



저작자표시 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

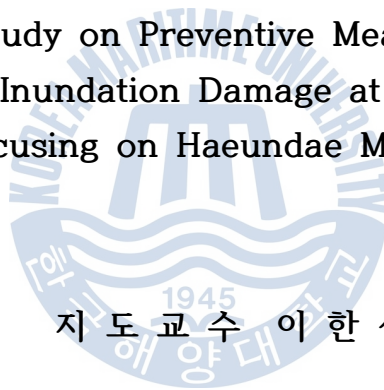
이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#) 

공학석사 학위논문

연안도시 태풍 침수피해 방지대책에 관한 연구
-해운대 마린시티를 중심으로-

A Study on Preventive Measures of
Typhoon Inundation Damage at Coastal Cities
- Focusing on Haeundae Marine City -



지도교수 이한석

2013年 2月

한국해양대학교 대학원

해양공간건축학과

장성호

연안도시 태풍침투피해 방지대책에 관한 연구
-해운대 마린시티를 중심으로-



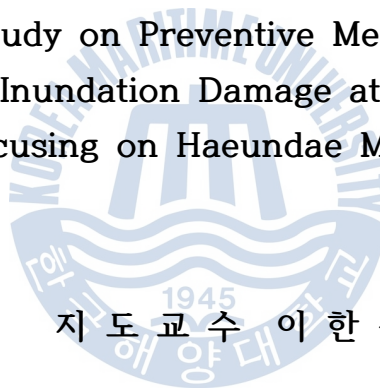
2013年
2月

장
성
호

공학석사 학위논문

연안도시 태풍 침수피해 방지대책에 관한 연구
-해운대 마린시티를 중심으로-

A Study on Preventive Measures of
Typhoon Inundation Damage at Coastal Cities
- Focusing on Haeundae Marine City -



지도교수 이한석

2013年 2月

한국해양대학교 대학원

해양공간건축학과

장성호

논문을 장성호의 공학석사 학위논문으로 인준함.

위원장 이 명 권 (인)

위 원 박 동 천 (인)

위 원 이 한 석 (인)



2013년 2월

한국해양대학교 대학원

[목 차]

목 차	i
표 목 차	iii
그림목차	iv
Abstract	viii
 제1장 서 론	 1
1.1 연구배경 및 목적	1
1.2 연구범위 및 방법	3
 제2장 이론적 고찰	 5
2.1 태풍의 개념	5
2.1.1 태풍의 정의	5
2.2 국내 · 외 태풍피해 사례	14
2.2.1 해외사례	14
2.2.2 국내사례	16
 제3장 마린시티 현황 분석	 24
3.1 지리 및 일반적 현황	24
3.1.1 위치 및 일반적 현황	24
3.1.2 대지	27
3.1.3 도로 및 교통현황	28
3.1.4 토지이용현황	30
3.1.5 마린시티 배수시설	44

3.2 마린시티 태풍 피해상황	46
제4장 마린시티 태풍 시나리오	48
4.1 마린시티 태풍 시나리오 선정	48
4.1.1 해수면상승 단기 10년 적용 시나리오	48
4.1.2 태풍시나리오 시뮬레이션 분석	50
4.2 태풍 시나리오 침수흔적도	54
4.2.1 마린시티 단면	54
제5장 마린시티 방지대책	56
5.1 태풍 침수방지대책 사례	56
5.1.1 해외사례	56
5.1.2 국내사례	69
5.2 마린시티 침수피해 방지대책	80
제6장 결 론	96
[참고문헌]	99

[표 목 차]

[표 1-1] 부산역대 시간당 최다강수량 상위 10위	2
[표 2-1] 태풍의 구분	6
[표 2-2] 태풍의 크기	6
[표 2-3] 태풍의 강도	6
[표 2-4] 국내 영향을 준 태풍현황	7
[표 2-5] Na0314.매미(MAEMI.2003.09) 예경보(2003년9월)	9
[표 2-6] Na0314.매미(MAEMI.2003.09) TY0314 정보 요약(기상청 발표) ...	10
[표 2-7] Na0314.매미(MAEMI.2003.09) 및 Na0215.루사(RUSA.2002.08)의 강수량 비교)	13
[표 2-8] Na0314.매미(MAEMI.2003.09) 내습시 일일 총 강수량	13
[표 3-1] 해운대구 기상개황 I	25
[표 3-2] 해운대구 기상개황 II	26
[표 3-3] 해운대구 일기일수	26
[표 3-4] 마린시티 면적 및 용도구역	27
[표 3-5] 마린시티 구역별 현황표	30
[표 3-6] 해운대 현대아이파크	32
[표 3-7] 해운대 대우트럼프월드마린	32
[표 3-8] 해운대 한화리조트	34
[표 3-9] 해운대 우신골드스위트	33
[표 3-10] 해운대 두산위브포세이돈	33
[표 3-11] 해운대 카이저빌 오피스텔	34
[표 3-12] 해운대 더샵 아텔리스	35
[표 3-13] 해운대 아라트리움	35
[표 3-14] 해운대 두산위브더제니스	37
[표 3-15] 해운대 벽산이 오렌지프라자상가	38
[표 3-16] 해운대 우신골드스위트	38

[표 3-17] 해운대 대우월드 마크	39
[표 3-18] 해운대 한일 오르듀	39
[표 3-19] 마린시티 태풍에 의한 피해 조사	46
[표 4-1] 전국 해수면 변화율	49
[표 4-2] 해운대 마린시티 태풍 시나리오	50
[표 4-3] 해수면 단기 10년 적용 시나리오A-1,2,3	51
[표 4-4] 해수면 중기 20년 적용 시나리오A-1,2,3	53
[표 5-1] 적응전략의 수립 현황(유럽)	59
[표 5-2] 적응대책의 특징(유럽)	60
[표 5-3] 영국의 기후변화 적응 대책 계획	61
[표 5-4] 우리나라의 방재정책	69
[표 5-5] 부산시 풍수해에 따른 안전사항 및 방재 대책	71
[표 5-6] 저영향 개발기법	82



[그 립 목 차]

〈그림 1-1〉 마린시티 태풍 침수피해 방지대책 모식도	4
〈그림 2-1〉 열대성저기압의 발생지와 명칭	5
〈그림 2-2〉 태풍의 월별 진로 및 이상 경로도	8
〈그림 2-3〉 №0314.매미(MAEMI.2003.09)의 경로(03.9.10~03.9.12)	11
〈그림 2-4〉 부산 및 마산항 검조소의 조석 기록치	12
〈그림 2-5〉 허리케인 카트리나에 의한 침수 피해 사진	14
〈그림 2-6〉 태풍 토카게(Tokage) 연안 피해 모습	15
〈그림 2-7〉 №0215.루사(RUSA.2002.08)에 의한 낙동강 변 및 비닐하우스 피 해 모습	16
〈그림 2-8〉 №0314.매미(MAEMI.2003.09)에 의해 붕괴된 크레인과 전복된 선 박 호텔	17
〈그림 2-9〉 №1004.덴무(DIANMU.2010.08)의 월파로 파손된 차량과 민락수변 공원 모습	19
〈그림 2-10〉 마린시티에 볼라벤 내습시 모습	20
〈그림 2-11〉 №1215.볼라벤(BOLAVEN.2012.08)진로	21
〈그림 2-12〉 №1214.텐빈(TEMBIN.2012.08) 진로	21
〈그림 2-13〉 №1215.볼라벤(BOLAVEN.2012.08)때 올라온 민락수변공원의 바 위	22
〈그림 2-14〉 칠암항 방파제의 파손된 휨스	22
〈그림 2-15〉 해운대 마린시티 도로 파괴된 모습	23
〈그림 2-16〉 해운대 마린시티 №1216.산바(SANBA.2012.09)의 영향	23
〈그림 3-1〉 마린시티 위치도	24
〈그림 3-2〉 마린시티 도로 및 교통 이용도	28
〈그림 3-3〉 마린시티 A구역	31
〈그림 3-4〉 마린시티 B구역	32
〈그림 3-5〉 마린시티 C구역	34

〈그림 3-6〉 마린시티 D구역	36
〈그림 3-7〉 마린시티 E구역	37
〈그림 3-8〉 마린시티 단면 구역	40
〈그림 3-9〉 a-a"구역 단면	41
〈그림 3-10〉 a-a"구역 단면 수치지도	41
〈그림 3-11〉 b-b"구역 단면	42
〈그림 3-12〉 b-b"구역 단면 수치지도	42
〈그림 3-13〉 c-c"구역 단면	43
〈그림 3-14〉 c-c"구역 단면 수치지도	43
〈그림 3-15〉 마린시티 수로 BOX 내부현황	44
〈그림 3-16〉 마린시티 수로 BOX 균열 및 철근노출	44
〈그림 3-17〉 마린시티 기존 BOX 단면도	45
〈그림 3-18〉 마린시티 태풍 침수피해 이미지	47
〈그림 4-1〉 전국 해수면 분석 대상	49
〈그림 4-2〉 전국 해수면 결과	49
〈그림 4-3〉 해수면상승 단기 10년 적용 시나리오 이미지	51
〈그림 4-4〉 해수면상승 중기 20년 적용 시나리오 이미지	52
〈그림 4-5〉 마린시티 단면도	54
〈그림 4-6〉 마린시티 침수예상 흔적도 A-1,2/ B-1,2	54
〈그림 4-7〉 마린시티 침수예상 흔적도 A-3/ B-3	55
〈그림 5-1〉 미국의 국가 준비 태세 가이드라인(National Preparedness System)	57
〈그림 5-2〉 National Hurricane Preparedness Week	58
〈그림 5-3〉 캐나다의 건축선과 건축선 후퇴의 정의	64
〈그림 5-4〉 馬堀(Mabori)호안전경	67
〈그림 5-5〉 배수투수층 사석	67
〈그림 5-6〉 일본 요코스카시 친환경 폭풍해일 방재호안 사업개요 조감도	68
〈그림 5-7〉 부산 U 방재 시스템도	74

〈그림 5-8〉 마린시티 단지계획 방지대책 임시피난처 및 비상저류조	80
〈그림 5-9〉 마린시티 단지계획 저영향 개발기법 위치도	82
〈그림 5-10〉 현재의 차수벽	84
〈그림 5-11〉 방재대책 차수벽	84
〈그림 5-12〉 마린시티 단지내 주차장 입구별 침수 위험 구역 현황	85
〈그림 5-13〉 현재의 보호벽	87
〈그림 5-14〉 방지대책 보호벽	87
〈그림 5-15〉 마린시티 보호벽 방지대책 적용 지역 이미지	87
〈그림 5-16〉 월파에 의한 도로가 파손되는 모습	88
〈그림 5-17〉 월파에 의해 도로가 파손된 모습	88
〈그림 5-18〉 마린시티 도로방지대책 구역	88
〈그림 5-19〉 마린시티 잠재설치 구역	90
〈그림 5-20〉 마린시티 잠재설치 단면	90
〈그림 5-21〉 대한민국 국가재난안전센터 어플리케이션	91
〈그림 5-22〉 부산시 부산재난안전 어플리케이션	91
〈그림 5-23〉 마린시티 방재지도	93
〈그림 5-24〉 마린시티 태풍 피해 예상도	93
〈그림 5-25〉 마린시티 방재지도 및 태풍 피해 예상도 설치 위치	94
〈그림 6-1〉 마린시티 피해방지대책 상황지도	97

A Study on Preventive Measures of Typhoon Inundation Damage at Coastal Cities - Focusing on Haeundae Marine City -

SUNG HO JANG

Department of Architecture and Ocean Space

Graduate School of

Korea maritime University

Abstract

Recently, disaster damage such as typhoon, heavy rain, sealevel rise and tsunami has been on the rise as a result of global warming and abnormal climate etc. all over the world.

In particular, climate and weather changes have an effect also on typhoon and relevance to global warming, and the frequency in which abnormal weather changes such as localized heavy rain and typhoon are taking place is increased as the atmospheric circulation pattern is changed due to global warming.

Looking at localized heavy rain as an example in Busan, it could be examined an aspect of the abnormal weather change occurrence due to

climate changes in Busan; in the 1970s, the number of days when localized heavy rain fell above 30 mm per hour in Busan was only 17, but it was increased to 18 in the 1980s, 23 in the 1990s and 27 in the 2000s (2000~2009), so it shows that the number of days when localized heavy rain fell above 30 mm per hour in Busan is becoming larger.

In addition, for the ranking of the past maximum precipitation per hour in Busan, the years after 2000 occupy half in the top 10 maximum precipitation per hour such as 106 mm was ranked No. 1 on August 13, 2008, 96 mm as No.2 on July 27, 2011, 90 mm as No. 3 on July 16, 2009, 74 mm as No. 9 on August 12, 2008 and 73 mm as No. 10 on July 7, 2009.

The noticeable climate change aspect in Busan could be combined with Busan's existing characteristics to cause very considerable damage, because 10 regions of 16 districts and counties in Busan are bounded by the coast, and most of property and population is concentrated on the coastal area on account of amenity etc.

Due to these characteristics, Busan is exposed to danger of typhoon tsunami damage on the coastal area when typhoon arrives, moreover, it has great damage caused by flooding when localized heavy rain is falling because of oceanic climate, topography with large mountainous areas and lots of cutting areas, and danger of inland and seawater flooding by the characteristics of being along Nakdong River and large impermeable areas due to urbanization.

In particular, the marine city is a filled-in ground constructed when a yachting center was built in the Suyeong Bay, which forms a lowland.

Marine city's topographic characteristics have vulnerability to typhoon reaching Busan, in fact, buildings, vehicles and lives were lost due to

overtopping and flooding when No. 0314 MAEMI (September, 2003), No. 1004 DIANMU (August, 2010) and No. 1109 MUIFA (August, 2011) etc. came, and if the recent No. 1215 BOLAVEN (August, 2012) and No. 1216 SANBA (September, 2012) caused more direct damage to the marine city, it is considered that the marine city would suffer more serious damage, and it is expected that the marine city would be more damaged by typhoon unless there are proper countermeasures for typhoon in the future.

Therefore, this study would like to establish a countermeasure for preventing flooding caused by typhoon focused on the Haeundae marine city of Busan's coastal cities.

Keywords: Storm Surge, Scrnario, Marine city, Waterfront, Typhoon Disasrers, Climate Change, Coastal City, Countermeasures against disasters

태풍해일, 시나리오, 마린시티, 워터프런트, 태풍 재해, 기후변화, 연안도시, 방재대책

1장 서론

1.1 연구배경 및 목적

현재 지구 온난화 및 이상기후 등으로 인한 세계 곳곳에서 태풍, 폭우, 해수면 상승, 지진해일 등 재난 피해가 증가하고 있다.

특히 기상기후 변화는 태풍에도 영향을 미치는데 이는 온난화와 관련이 있는데, 온난화로 인한 대기의 순환패턴이 변화하면서 집중호우나 태풍과 같은 기상 이변의 발생빈도가 증가하였다.

부산의 경우 집중호우를 예로 보면 부산 기후 변화로 인한 기상 이변 발생 양상을 살펴볼 수 있는데, 1970년대에는 부산지역에 시간당 30mm 이상의 집중호우가 내린 날이 17일에 불과했으나 1980년대 18일, 1990년대에 23일, 2000년대(2000~2009)에는 27일로 늘어남에 따라 부산지역에서 시간당 30mm 이상의 집중호우가 내린 일수가 갈수록 길어지고 있다는 것을 알 수 있었다.¹⁾

부산지역 역대 시간당 최다강수량 순위 또한 1위 가 2008년 8월 13일의 106mm, 2위가 2011년 7월 27일의 96mm, 3위가 2009년 7월 16일로 90mm, 9위가 2008년 8월 12일로 74mm, 10위가 2009년 7월 7일 73mm 등 시간당 최다강수량 상위 10위 안에 2000년 이후가 절반을 차지하고 있다.²⁾ 부산 지역에서의 뚜렷한 기후 변화 양상은 부산이 기존에 가지고 있던 특성과 결합하여 매우 큰 피해를 가져올 수 있는데, 부산은 16개

1) 국제신문(2011.07.29)

2)

구·군 중 10개 지역이 연안과 접해 있으며, 어메니티 등의 이유로 연안 지역에서의 재산 및 인구의 집중도가 높다.

이러한 특성에 따라 부산은 태풍 상륙 시 연안 지역의 태풍 해일 피해의 위험에 노출되어 있을 뿐만 아니라 해양성 기후, 산지의 면적이 크고 절개지가 많은 지형, 낙동강을 끼고 있고 도시화로 인한 불투수면적이 높은 특성에 따른 내·외수 범람의 위험 등으로 인해 집중호우시 침수에 의한 피해가 크다.

특히 마린시티는 수영만 요트경기장 만들 당시 만들어진 매립지로서 저지대를 형성하고 있다. 마린시티의 지형 특성은 부산지역에 부는 태풍에 취약성을 가지는데, 실제 2003년 No.0314.매미(MAEMI.2003.09), No.1004.덴무(DIANMU.2010.08), No.1109.무이파(MUIFA.2011.08) 등이 오면서 월파와 침수 등에 의한 피해를 건물 및 차량, 인명 피해 등을 입었고, 이번에 피해를 입은 No.1215.볼라벤 (BOLAVEN.2012.08)과 No.1216.산바(SANBA.2012.09)의 경우는 마린시티에 좀더 직접적인 피해를 줬다면 마린시티는 더 심각한 피해를 입을 것으로 보며, 앞으로 제대로 된 태풍 방지대책을 하지 않는 이상 마린시티는 태풍으로 인한 피해가 더 커질 것

[표 1-1] 부산 역대 시간당 최대강수량 상위 10위

시간당 강수량(mm)	
날짜 및 일시	강수량
2008년 08월 13일	106
2011년 07월 27일	96
2009년 07월 16일	90
1970년 09월 10일	89
1984년 09월 03일	86.7
1983년 08월 24일	84.6
1981년 09월 24일	84.1
1973년 05월 01일	77.2
2008년 08월 12일	74
2009년 07월 07일	73

으로 보여진다. 따라서 본 연구는 부산의 연안 도시 중 해운대 마린시티
를 중심으로 태풍에 의한 침수 방지 대책을 목적으로 한다.



1.2 연구범위 및 방법

연구범위는 태풍이 줄 수 있는 피해인 호우나 강풍, 월파 등의 피해 중 침수피해를 줄 수 있는 호우와 월파 등에 의한 것으로 한다.

주요 연구 방법으로는 선행 자료인 부산광역시 기후변화 적응대책 세 부시행계획 보고서(부산발전연구원), 부산시 풍수해저감특성 조사 및 피해영향분석 연구 용역(부산발전연구원), 슈퍼태풍 내습 시 부산·경남 연안역의 폭풍해일고(허동수외 3명)등의 연구 자료는 마린시티에 내습 가능한 No.0314.매미(MAEMI.2003.09), No.5914.사라(SARAH.1959.09), 카트리 나를 중심으로 연구 시물레이션을 했으며, 이중 실제 피해를 봤던 No. 0314.매미(MAEMI.2003.09)와 슈퍼태풍이 내습할 경우를 대비한 카트리 나의 시물레이션 결과를 통해 수치지도 상 나와 있는 마린시티 대지 높 이를 적용하여 마린시티의 현재 모습에서 태풍 내습시 물의 높이, 침수 예상 범위 등을 통해 마린시티 침수 방지 대책을 세워가며, 태풍 내습시 시나리오는 부산 앞바다의 만조수위와 태풍 영향의 파고 높이를 적용 하 여, 만조가 없을 때 태풍을 붙었을 경우, 만조가 적용 되면서 태풍일 붙 었을 경우를 통해 시나리오 적용을 통한 방제대책을 Hard ware적 접근 과 Soft ware적 접근을 통하며, Hard ware적 접근방법에서는 다시 단지 적 접근 방법과 건축물적 접근 방법 등을 통해 연안도시의 통합적인 방 지대책을 통합적으로 알아본다.

1장	<div>-연구배경 및 목적</div> <div>-연구의 범위와 방법</div>
2장	<div>-태풍의 개념</div> <div>-태풍의 정의</div> <div>-국내·외 태풍피해 사례</div> <div>-국외 피해 사례</div> <div>-국내 피해 사례</div>
3장	<div>- 지리적 현황</div> <div>-마린시티 태풍 피해현황</div>
4장	<div>- 마린시티 태풍 월파 시나리오</div> <div>- 월파에 따른 침수흔적도</div>
5장	<div>-태풍 침수피해 방지대책 사례</div> <div>-국외 사례</div> <div>-국내 사례</div> <div>-마린시티 침수피해 방지대책</div> <div>-hard ware 방지대책</div> <div>-단지적 방지대책</div> <div>-단지적 방지대책</div> <div>-Soft ware 방지대책</div>
6장	<div>결론</div>

[1-1] 마린시티 태풍 침수피해 방지대책 모식도

2장 이론적 고찰

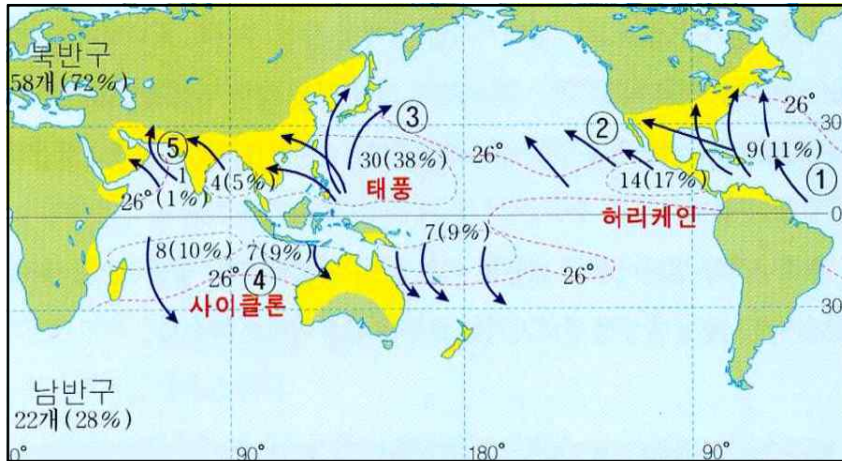
2.1. 태풍의 개념

2.1.1 태풍의 정의

열대 해상(북태평양 서부)에서 발생하는 전선을 갖지 않는 대류권내 저기압성 순환을 열대저기압으로 총칭하며, 태풍은 북태평양 서부에서 발생하는 열대저기압 중 중심 부근의 최대풍속이 17m/s 이상의 강한 폭풍우를 동반하고 있는 것을 말한다.

1. 열대저기압의 발생지와 명칭

- ① 북태평양 서부지역 발생 : 태풍(Typhoon)
- ② 북대서양·카리브해·멕시코만·북태평양 동부지역 발생 : 허리케인(Hurricane)
- ③ 인도양·아라비아 해·벵골만지역 발생 : 사이클론(Cyclone)
- ④ 열대저기압의 명칭별 발생지



[2-1] 열대성저기압의 발생지와 명칭

2. 태풍의 구분³⁾

① 세계기상기구(WMO: World Meteorological Organization)에서는 중심 부근의 최대풍속에 따라 4계급 분류하며, 열대폭풍(TS: Tropical Storm)부터 태풍의 호수와 이름을 부여하고 있다.

② 태풍으로의 분류는 단계의 강도에 따라 구분하며, 각 국가의 차이가 있다.

[2-1] 태풍의 구분

구분	17m/s 미만 (34knot)	17~24m/s (34~47knot)	25~32m/s 미만 (48~63knot)	33m/s 이상 (64knot)
세계기상기구	열대저기압부	열대폭풍	강한 열대폭풍	태풍
한국·일본	-	태풍		

3. 태풍의 크기 및 강도

① 태풍의 크기는 17m/s 이상의 풍속이 미치는 영역으로 분류하고 강도는 중심 최대풍속에 따라 분류한다.

3) 국가태풍센터(<http://typ.kma.go.kr>)

[2-2] 태풍의 크기

크 기	반 경(풍속 15m/s이상)
소형	300km 미만
중형	300km 이상 ~ 500km 미만
대형	500km 이상 ~ 800km 미만
초대형	800km 이상

[표 2-3] 태풍의 강도

강 도	중심최대풍속
약	17m/s 이상 ~ 25m/s 미만
중	25m/s 이상 ~ 33m/s 미만
강	33m/s 이상 ~ 44m/s 미만
매우강	44m/s 이상

4. 국내 내습 태풍

한해 평균 3.1개의 태풍이 국내에 영향을 미치고 태풍내습의 최대 월은 8월, 7월, 9월의 순으로 나타나며, 내습한 태풍 전체의 91%를 차지한다.

일반적인 태풍은 발생초기에는 약한 열대저기압으로서 얼마 동안은 적도 부근의 동풍에 밀려 서쪽으로 진행하다 점차 북쪽으로 올라오면서 열대폭풍으로 발달하고 그 열대폭풍이 더욱 커져 태풍으로 발달하여 북쪽으로 향하게 되며, 말기에는 전향하여 북동쪽으로 진행하게 된다. 따라서 태풍은 북태평양고기압의 서쪽 가장자리를 도는 것 같이 진행하므로 태풍경로는 북태평양고기압의 서쪽 가장자리의 월별 평균위치를 나타내고 있다.

즉, 고기압의 중심을 오른쪽으로 바라보면서 진행하는데 6월의 태풍은 계속 서진해 남중국해상쪽으로 향하는 경우가 많고 7월은 대만 부근에서 중국 연안을 따라 북상하여 서해를 거쳐 우리나라 쪽으로 진행하며, 8월

은 동지나해로부터 우리나라를 가로질러 동해로, 9월은 남쪽 해상으로부터 오키나와 동쪽해상을 지나 일본 열도 쪽으로, 10월은 일본 남쪽해상 멀리 지나간다.

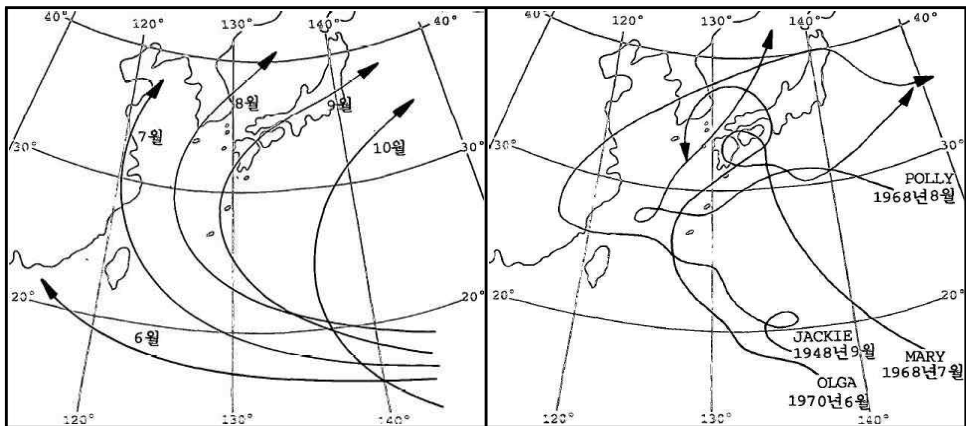
[2-4] 국내 영향을 준 태풍현황

(단위 : 회)

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년	평균
횟수	-	-	-	-	2	21	94	124	81	8	-	-	330	3.1

자료 : 국가태풍센터(<http://typ.kma.go.kr>), 1904~2011.





[2-2] 태풍의 월별 진로 및 이상 경로도

자료 : 국가태풍센터(<http://typ.kma.go.kr>)

5. 사례조사(태풍 No0314. 매미(MAEMI.2003.09))

1) 태풍No0314. 매미(MAEMI.2003.09)의 개요

제14호 태풍No0314.매미(MAEMI.2003.09)는 한반도 남부지역 강타를 시작으로 동해쪽으로 지나간 태풍으로 우리나라에 있어서 전형적인 9월 태풍에서 저기압 형태로 발생하였으며, 12일 18시경 제주도 성산포 동쪽 해상을 거쳐 동일 21시경 경남 사천시 부근 해안으로 한반도에 상륙했다.

특히 태풍No0314.매미(MAEMI.2003.09)는 중심기압 950hpa이었으며, 북제주군 기상대에서 순간 최대 풍속이 60m/s로 관측되어 우리나라 기록상 최고치를 갱신하였으며, 강우량은 경남 남해지역에서 453mm로 가장 많은 양을 기록하였다.



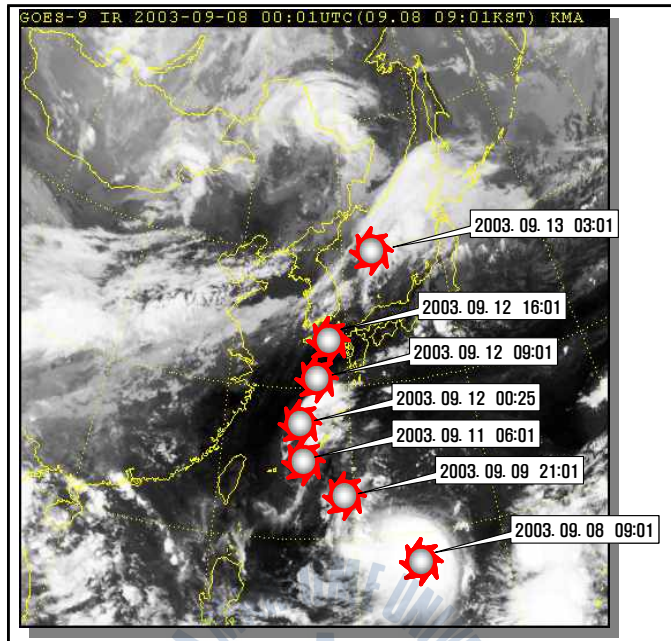
[2-5] №0314.매미(MAEMI,2003.09) 예경보(2003년9월)

시각	위치	진행방향 (속도)	중심기압 (최대풍속)	예상위치	경계사항
11일 10시 00분 (제 14-7호)	25.3N, 125.1E	북북서,8km/h	910 hPa	12일 09시 30.2N,125.8E	매우강,중형,초속 54m바람,10~13m 파고
11일 16시 30분 (제14-8호)	25.8N, 125.2E	북,11km/h	915 hPa	12일 15시 31.7N,126.5E	매우강,중형,초속 54m바람,10~13m 파고
11일 22시 30분 (제14-9호)	26.8N, 125.8E	북,20km/h	930 hPa	12일 09시 30.2N,126.2E	매우강,중형,초속 49m바람,10~13m 파고
12일 04시 30분 (제14-10호)	28.5N, 125.8E	북,28km/h	935 hPa	12일 15 31.7N,126.5E	매우강,중형,초속 46m바람,10~13m 파고
12일 07시 30분 (제14-11호)	29.5N, 126.1E	북북동,32km/h	940 hPa	12일 15 31.7N,126.5E	강,중형,초속 41m바람,10~13m 파고
12일 10시 30분 (제14-12호)	30.5N, 126.5E	북북동,38km/h	945 hPa	12일 15시 32.3N,126.7E	강,중형,초속 41m바람,10~13m 파고
12일 13시 40분 (제14-13호)	31.6N, 126.7E	북북동,40km/h	945 hPa	12일 18시 33.7N,127.3E	강,중형,초속 41m바람,10~13m 파고
12일 16시 30분 (제14-14호)	32.7N, 127.0E	북북동,40km/h	950 hPa	12일 21시 34.9N,128.0E	강,중형,초속 41m바람,10~13m 파고
12일 19시 30분 (제14-15호)	33.8N, 127.5E	북북동,40km/h	950 hPa	13일 00시 35.9N,128.8E	강,중형,초속 41m바람,10~13m 파고
12일 22시 30분 (제14-16호)	35.1N, 128.4E	북북동,44km/h	955 hPa	13일 03시 36.8N,129.5E	강,중형
13일 01시 30분 (제14-17호)	35.8N, 128.7E	북북동,42km/h	960 hPa	13일 06시 37.9N,130.3E	강,중형
13일 04시 30분 (제14-18호)	37.1N, 129.7E	북북동,42km/h	970 hPa	13일 15시 41.0N,134.5E	중,중형,초속 31m바람,6~9m 파고
13일 07시 30분 (제14-19호)	37.8N, 130.7E	북동,40km/h	970 hPa	13일 18시 41.5N,135.6E	중,중형,초속 31m바람,6~9m 파고
13일 10시 30분 (제14-20)	38.6N, 131.7E	북동,40km/h	975 hPa	13일 21시 42.2N,137.0E	중,중형,초속 28m바람,6~9m 파고
13일 16시 30분 (제14-21호)	40.5N, 134.5E	동북동,46km/h	980 hPa	14일 03시 43.8N,140.0E	중,중형,초속 26m바람,6~9m 파고

자료 : 국립방재연구소(<http://www.nidp.go.kr>)

[2-6] No0314,매미(MAEMI,2003.09) TY0314 정보 요약(기상청 발표)

태풍정보	일자 시각 mm.dd,hh:mm	중심위치		태풍진행		중심 기압 (hPa)	Wmax (m/s)	25m/s (km)	15m/s (km)
		Lat	Long	방향	(km/h)				
14-01호	09.06,15:00	16.0N,	141.5E	북서	15	996	18	--	310
14-02호	09.07,15:00	18.9N,	136.9E	북서	20	992	21	--	300
14-03호	09.08,15:00	20.1N,	132.9E	서북서	20	975	31	90	350
14-04호	09.09,15:00	22.4N,	129.4E	북서	23	950	41	110	350
14-05호	09.10,09:00	23.7N,	127.4E	서북서	11	925	49	170	440
14-06호	09.10,21:00	24.3N,	126.0E	서북서	12	915	54	150	440
14-07호	09.11,10:00	25.3N,	125.1E	북북서	8	910	54	130	460
14-08호	09.11,15:00	25.8N,	125.2E	북	11	915	54	170	460
14-09호	09.11,21:00	26.8N,	125.4E	북	20	930	49	160	460
14-10호	09.12,03:00	28.5N,	125.8E	북	28	935	46	160	460
14-11호	09.12,06:00	28.5N,	126.1E	북북동	32	940	41	160	440
14-12호	09.12,09:00	30.5N,	126.5E	북북동	38	945	41	160	440
14-13호	09.12,12:00	31.6N,	126.7E	북북동	40	945	41	160	440
14-14호	09.12,15:00	32.7N,	127.0E	북북동	40	950	41	160	440
14-15호	09.12,18:00	33.8N,	127.5E	북북동	40	950	41	130	440
14-16호	09.12,21:00	35.1N,	128.4E	북북동	44	955	38	120	330
14-17호	09.13,00:00	35.8N,	128.7E	북북동	42	960	36	100	300
14-18호	09.13,03:00	35.1N,	129.7E	북북동	42	970	31	70	300
14-19호	09.13,06:00	37.8N,	130.7E	북동	40	970	31	70	300
14-20호	09.13,09:00	38.6N,	131.7E	북동	40	975	28	70	300
14-21호	09.13,15:00	40.5N,	134.5E	동북동	46	980	26	--	370
14-22호	09.13,21:00	42.3N,	138.1E	북동	56	980	26	--	370
14-23호	09.14,06:00	46.0N,	144.0E	북동	55	984	--	--	550



[2-3] No0314.매미(MAEMI,2003.09)의
경로(03.9.10~03.9.12)

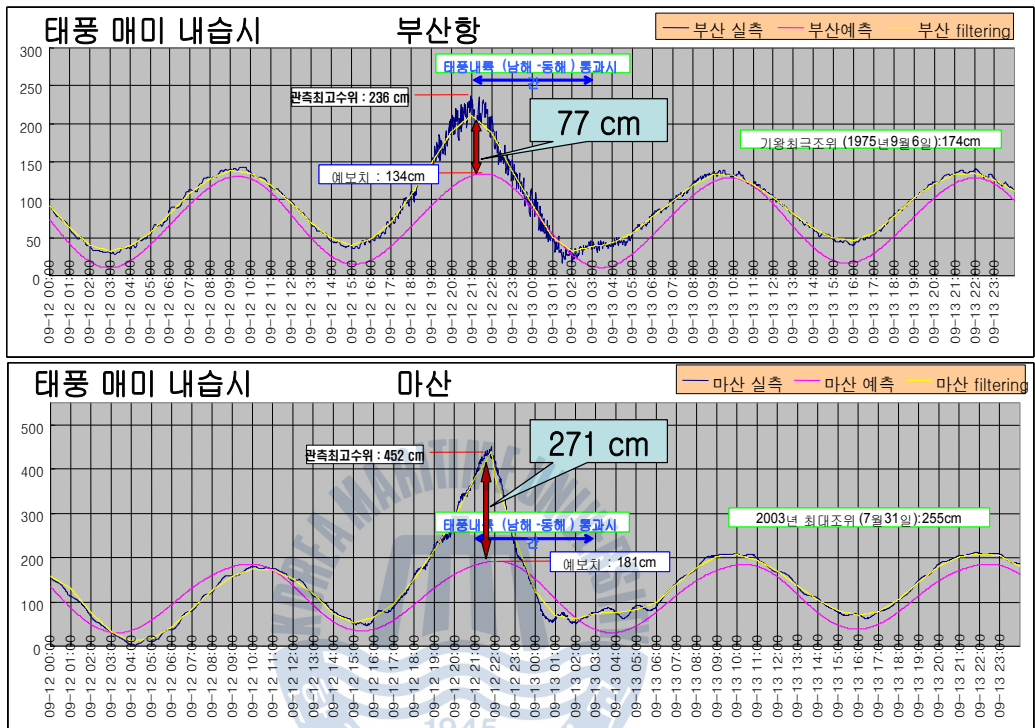
자료 : 국립방재연구소(<http://www.nidp.go.kr>)

2). No0314.매미(MAEMI,2003.09)내습시의 해상 및 기상

(1) 조위(조석) 및 조위편차

No0314.매미(MAEMI,2003.09)에 의한 조석관측 기록은 부산항 검조소(위치 35° 05′ 35″ N, 129° 02′ 15″)의 위치에서 관측된 기록을 보정한 결과 부산항에서의 이상고조는 생각했던 예상치 보다 크지 않은 것으로 보고된 바 있고 국립해양조사원(남해해양조사사무소)의 기록값에 의하면 2003년 9월 12일 21:00에 가장 높은 기록을 가지고 있으며 이 값은 극고조(h.h.W) 174cm보다 38cm 높은 211cm를 기록하였다. 또한 부산신항이 건설되는 가덕도 검조소에서 관측된 값은 2003년 9월 12일 21시 40분에 373cm로 기록되었으며, 이 값은 기록지에 숫자로 기록되어 있는 값이지만 한국컨테이너 부두공단의 신간만부두 및 자성대부두 크레인 자체 붕

괴조사에 따르면 이 보다 약간 높은 값을 제시하고 있다.



[2-4] 부산 및 마산항 검조소의 조석 기록치

자료 : 국립해양조사원(<http://www.khoa.go.kr>)

(2) 기압분포

No.0314.매미(MAEMI.2003.09)의 최대중심기압은 9월 11일 10시경 910hpa로써 대형에 속하는 태풍으로(일본 오키나와섬 나하 남서쪽 280km 부근 해상) 우리나라 남부지방인 부산, 마산, 거제지역을 통과할 때의 중심기압이 950hpa이고 여수지방의 중심기압은 955hpa이며, 이때의 중심부 최대풍속이 41m/s였다.

(3) 강수량

No.0314.매미(MAEMI.2003.09)가 북상시기인 9월 11일부터 제주도를 비롯한 남해안 지방이 태풍의 영향권에 들면서부터 태풍이 빠져나가기 시작한 9월 13일 오전까지 강우를 나타내었고, No.0215.루사(RUSA.2002.08) 및 No.0314.매미(MAEMI.2003.09)로 인한 강수량은 주로 강릉일대와 남해안에 집중되는 양상을 보였고 No.0314.매미(MAEMI.2003.09)가 No.0215.루사(RUSA.2002.08)에 비해 적은 강수량을 보였다. 태풍 No.0314.매미(MAEMI.2003.09)로 인한 주요 지역별 강수량은 대관령 397mm, 강릉 308mm, 태백 209mm, 고흥 304mm, 남해 453mm, 진주 271mm, 대구 197mm 등 최고 450mm 안팎의 강수량이며, 지역별 최대시 우량은 남해 79 mm(9.12 20:00~21:00), 대관령 53 mm(9.13 01:00~ 02:00), 진주 51 mm(9.12 20:00~21:00), 강릉 44 mm(9.13 03:00~04:00)이었다.

[2-7] No.0314.매미(MAEMI.2003.09) 및 No.0215.루사(RUSA.2002.08)의 강수량 비교

(단위 : mm)

구분	중부지역	남부지역	최대 시우량
No.0314.매미 (MAEMI.2003.09)	대관령 397, 강릉 308 태백 209, 속초 207	고흥 304, 여수 258 남해 453, 진주 271	남해 79 (9.12 20:00~21:00)
No.0215.루사 (RUSA.2002.08)	강릉 897, 대관령 760 동해 336, 태백 285	고흥 413, 여수 258 거제 291, 순천 266	강릉 100.5 (8.31 21:41~22:40)

자료 : 기상청(<http://www.kma.go.kr>)

[표 2-8] No.0314.매미(MAEMI.2003.09) 내습시 일일 총 강수량

(단위 : mm)

강수량	부산지역	마산지역	거제도지역	여수지역
9월 11일	40.0	20.0	24.5	42.5
9월 12일	64.0	157.0	120.5	216.0
9월 13일	-	1.0	-	0.1
계	104.0	178.0	145.0	258.6

자료 : 기상청(<http://www.kma.go.kr>)

(4) 천해파랑특성

No.0314.매미(MAEMI.2003.09) 내습시 본 사업대상지 주변 해역에서의
파랑관측소 관측결과를 수집 및 분석하였으나 부산항 파랑관측소(태종
대, 조도)에서의 신뢰할 만한 자료는 결측되었으며, 당시 실측되어진 부
산신항 동방파제 전면에서 2003년 9월 12일에 관측된 파랑자료를 정리하
였다.



2.2. 국내 · 외 태풍피해 사례

2.2.1. 해외사례

1. 허리케인 카트리나(Katrina)⁴⁾



[2-5] 허리케인 카트리나에 의한 침수 피해 사진

미국 국립허리케인센터는 8월23일 서인도제도의 버뮤다 인근 지역에서 열대성 폭풍 발생을 경보하였으며, 8월24일 열대성 폭풍 카트리나 발생을 공식적으로 경보하였으며, 8월25일에 열대성 폭풍은 허리케인 카트리나로 전환되어 8월25일에 플로리다에 상륙하였다. 이때는 아직 허리케인 등급이 1등급으로 가장 낮은 단계였음 그러나 8월 27일에 3등급으로 상향되었으며, 8월28일에 4등급으로 상향되었고, 오후에 다시 5등급으로 높아졌다. 이 때 풍속은 78㎞, 돌풍은 96㎞ 수준이었으며, 카트리나는 8월

4) 우효섭.김현준. 2005년8월 미국 걸프만을 강타한 허리케인 카트리나(Katrina)의 발생과 피해 현황, 2005

29일에 루이지애나에 상륙하였으며, 이 당시는 풍속 65mph의 4등급 허리케인으로 약간 저하되었다.

카트리나로 인해 피해를 본 지역은 남 플로리다, 뉴올리언스를 중심으로 하는 루이지애나, 미시시피, 앨라배마 등이다. 8월31일 레이 내긴 뉴올리언즈 시장과 루이지애나 주지사 캐트린 블랑코는 이번 허리케인으로 수천명 이상이 죽었을 것으로 추정하였으며, 9월8일 기준으로 행방 불명자는 20,000명 수준으로, 사망자가 최종 집계되면 미국 사상 최악의 자연재해로 기록될 가능성이 있다. 참고로 미국 사상 최악의 자연재해는 1900년 갈베스톤 허리케인으로서 이 당시 사망자는 6,000명~12,000명으로 집계되었고, 뉴올리언스 시는 3군대의 제방이 무너져서 시의 80%정도가 침수 되었으며, 심한 곳은 수심 7~8m정도 침수 되었다.

2. 제23호 태풍 ‘토카게’⁵⁾



[2-6] 태풍 토카게(Tokage) 연안 피해 모습

5) 심재현 외2명. 2004년 일본 태풍피해 현장조사. 국립방재연구소. 2004

2004년 10월 13일 괌 근해에서 발생한 태풍 제 23호는 20일 13시경 일본 고치현 부근에 상륙하였고, 이후 태풍은 긴기, 중부, 관동 지방을 통과하며, 특히 긴기지방에 심대한 피해를 남겼고, 21일에 열대저기압으로 변환되었다.

태풍 제23호에 의한 피해가 가장 극심했던 지역은 교토부와 효고현으로 사망이 38명(익사 26명, 토사붕괴 7명, 가옥도괴 2명 등). 부상 127명의 인명피해가 발생 하였다. 또한 전국 124개 국가 하천 중 30개 하천의 경계 수위 초과, 9개 하천의 계획홍수위 초과로 외수범람에 의한 피해가 발생하였으며, 주요 피해 발생지역인 교토부와 효고현의 마루야마천, 유라천, 유역에는 2일간 288mm, 최대 시우량 45mm, 37mm의 집중호우가 발생하여 후쿠치야마 관측소에서 역대 최대 강우량을 기록하였다.

2.2.2. 국내사례

1. №0215.루사(RUSA.2002.08)

이 태풍은 2002년 8월 30일~9월 1일 까지 우리나라 전역에 영향을 미쳤고, 특히, 강원도 지방에 막대한 강수를 기록하여 이재민 8만 8천여 명 사망·실종 246명, 재산피해 5조 1,419억여 원 등 막대한 피해를 입혔다.



[2-7] No0215.루사(RUSA.2002.08)에 의한 낙동강변
및 비닐하우스 피해 모습

1) 특징

우리나라로 상륙한 태풍 중에서 그 세력이 가장 강력한 태풍으로 분류되며 강한 폭풍과 호우를 동반한 태풍으로 특히, 제주도의 고산지역에는 8월 31일 10시 21분경 최대순간풍속이 56.7m/s(2000년 8월 31일, 태풍 “쁘라삐룬(PRAPIROO

N)”의 경우, 흑산도 최대순간풍속 58.3m/s)의 초강풍이 불었고, 이 기록은 종전 41.2m/s(고산, 1997년 1월 5일)의 고산 최대순간풍속 1위를 경신하였고, 강릉지방에서 8월 31일 일강수량이 870.5mm(종전 305.5mm/1954년 9월 14일)를 기록하여 연평균 강수량(1401.9mm)의 62%를 보여 전국 기상관서의 기상 관측 이래 가장 많은 양의 강수량을 기록했다. 강한 호우가 집중된 지역은 강원 영동지방과 지리산을 중심으로 남부내륙산간과 김천, 추풍령 등 중부내륙산간지방에서 50~100mm/h(강릉, 100.5mm/h)의 집중호우가 내렸다.

2. No0314.매미(MAEMI.2003.09)

이 태풍은 2003년 9월 12일 17시경 제주도 동쪽 해상을 통과하고 20시경 경상남도 사천시 부근으로 상륙한 후 경상남도 함안을 거쳐 13일 02시 30분경 울진 해안을 통해 동해상으로 진출하면서 재산피해 4조 2225억여 원의 막대한 피해를 입혔다. No0314.매미(MAEMI.2003.09)는 북한에서 제출한 명칭으로 큰 피해에 따라 “무지개(MUJIGAE)”로 대체되었다.



[2-8] No0314.매미(MAEMI.2003.09)에
의해 붕괴된 크레인과 전복된 선박 호텔

1) 특징

No0314.매미(MAEMI.2003.09)는 9월 6일 15시경 괌 섬 북서쪽 약 400 km 부근 해상(16.0°N, 141.5°E)에서 TS급으로 발달하였다.

9월 8일 03시경 강한 열대폭풍(Severe Tropical Storm, STS)으로 발달하고, 9일 09시경 강도는 ‘강’, 크기는 ‘중형’인 TY급(중심기압 960hPa)으로 급격히 발달. 9월 11일 새벽 태풍은 중심기압이 910hPa로 크게 발달하면서 최성기를 이루었고, 09시경 전향한 후 11일 15시경 22km/h의 속도로 점차 빠르게 북진 하였고, 21시경 이 태풍은 점차 약화되면서 12일 06시경 제주도 서귀포 남남서쪽 약 420km 부근 해상에서 3km/h의 빠

른 속도로 북북동진 하였다. 9월 12일 15시경 제주도 서귀포 남동쪽 약 75km 부근 해상까지 접근하여 17시경 제주도 동쪽 해상을 통과하면서 최대순간풍속이 60㎧로 우리나라 관측(1904년)이래 최대 순간풍속 극값(종전 흑산도 58.3㎧, 2000년 8월 31일)을 경신했다.

또한 이 태풍이 빠른 속도로 경상남도 남해 해상으로 북상하면서 19시경 여수의 최대순간풍속이 49.2㎧로 여수기상대 창설(1942년 2월)이후 극값을 경신했다.

9월 12일 20시경 태풍은 경상남도 사천시 부근 해안으로 상륙하였고, 이때의 추정 중심기압은 약 954hPa, 중심부근 최대풍속은 약 40㎧로 강한 바람과 함께 많은 비를 동반하였고, 특히 거제도 부근의 파고는 약 17m를 기록했다.

우리나라 남해 내륙에 상륙한 태풍은 북북동진하여 경상남도 함안을 거쳐 13일 02시 30분경 울진 부근 해안을 통해 동해상으로 진출 하였다. 이 태풍이 우리나라를 통과하면서, 131명의 인명피해와 약 4조 2천억 원의 막대한 재산피해를 가져왔다. 또한 관측된 강풍, 폭우 및 해일은 가히 기록적이었다. 추석 연휴에 북상한 이 태풍이 경상남도 사천시 부근으로 상륙하면서 특히, 마산지역은 해일에 의한 인명과 재산 피해가 극심하였다. 태풍의 위험반경에 위치한 경상남도 해안지방은 매우 강한 바람이 불어 부산항 크레인의 붕괴, 선박 침몰 등 막대한 재산 피해가 발생했다. 특히, No.0314.매미(MAEMI.2003.09)는 우리나라에 영향을 미친 대부분의 태풍과 달리 최성기의 위력을 유지한 채 우리나라에 상륙하였다는 점에서 주목할 필요가 있다.

3. No1004.덴무(DIANMU.2010.08)



[2-9] No1004.덴무(DIANMU.2010.08)의 월파로 파손된 차량과 민락수변공원 모습

No1004.덴무(DIANMU.2010.08) 는 8월 8일 21시경 대만 동쪽 약 400km 부근 해상(23.6°N, 125.1°E)인 비교적 고위도에서 발생하였으며, 발생 후 약 12시간 후인 9일 오전 9시경 태풍 경계구역에 진입하였으며, 경계구역 진입 9시간 후 인 9일 18시에는 비상구역에 진입 하였다. 이후 계속 북상하여 11일 오전 5시에 전라남도 고흥군 도화면에 상륙하였으며, 11일 13시 50분경에 울산 동쪽 해상으로 진출하여 12일 15시경 온대 저기압으로 변질되었다. 비교적 고위도에서 발생함으로써 짧은 시간 안에 한반도에 상륙하였으며, 총 생존 시간은 약 90시간 (3일 18시간)이었다.

태풍 No1004.덴무(DIANMU.2010.08) 의 크기는 태풍이 최대로 강하였던 8월 10일에 강풍반경이 300km 이었던 소형 태풍이었으며, 태풍이 고위도에서 발생하였고 태풍이 북진하면서 태풍의 좌·우에 형성된 고압대의 발달로 인해 태풍의 발달이 유도 (중심기압980hPa: 2010년 8월 10일 09:00~21:00KST)되었고, 이후 8월 11일 오전 5시 태풍이 전라남도 고흥군 도화면에 상륙 하면서 강도는 다소 약화 되었으나, 내륙으로 깊이 진입하지 못함에 따라 같은 날 13시 50분 동해 진출시까지 태풍 강도는

990hPa로 유지되었다.



4. No1215.볼라벤(BOLAVEN.2012.08) 과 No1214.덴빈(TEMBIN.2012.08)



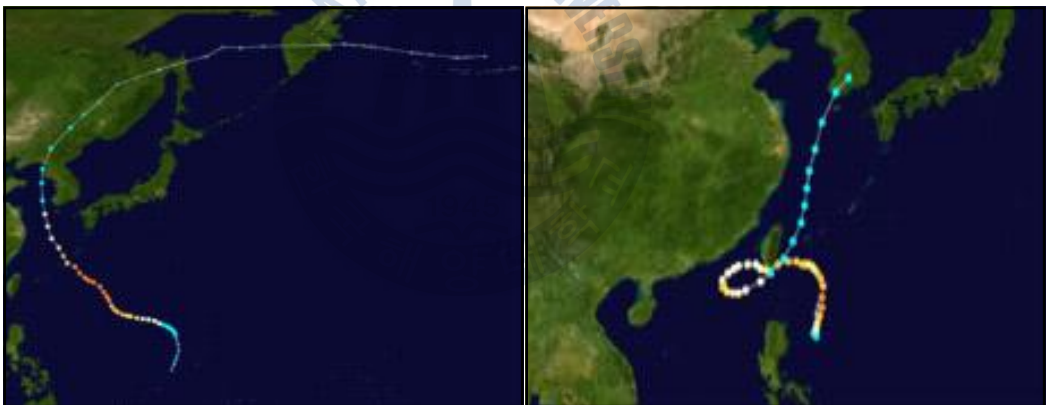
[2-10] 마린시티에 볼라벤 내습시 모습

No1215.볼라벤(BOLAVEN.2012.08)은 2012년 8월 20일에 발생하여 괌 북서쪽 약 570 km 부근 해상에서 중심 기압 1000 hPa, 최대 풍속 18 m/s, 강풍 반경 200 km, 열대 폭풍(TS)급의 No1215.볼라벤(BOLAVEN.2012.08)이 되었다. 이후 No1215.볼라벤(BOLAVEN.2012.08)은 한반도에 상륙했을 당시 최대 풍속 65㎞/s이고, 최저 기압 910hPa로 슈퍼태풍으로 기록 되었으며, 최대 크기는 반경 550km로 관측 되었다.

No1214.덴빈(TEMBIN.2012.08)은 No1215.볼라벤(BOLAVEN.2012.08) 보다 하루 먼저 발생한 15호 태풍으로 타이완 남동부 해상에서 열대 요란으로 발생하여 8월 17일 열대 저기압으로 일본 기상청에서 격상시켰으며, 8월 19일 열대 폭풍으로 경상 되었고, 국제 명인 '덴빈(TEMBIN)'을 부여했다. 최대풍속은 60㎞/s, 최저기압 945hPa, 최대 크기는 350km로 No. 1215.볼라벤(BOLAVEN.2012.08) 보다는 태풍의 규모와 영향이 상대적으로 작았다. 하지만 [그림 2-13,그림 2-14]의 그림에서 알 수 있듯이 No.

1214.덴빈(TEMBIN.2012.08)은 본래의 진로와 상관없이 같은 시기에 발생한 No.1215.볼라벤(BOLAVEN.2012.08)의 영향을 많이 받은 것을 볼 수 있다. 이것은 본래 중국 동부로 올라갈려는 No.1214.덴빈(TEMBIN.2012.

08)의 진로에 No.1215.볼라벤(BOLAVEN.2012.08)의 영향에 들면서 No.1215.볼라벤(BOLAVEN.2012.08)이 지나간 자리를 따라 올라가게 되었다. 따라서 본래 2012년8월 말경에 우리나라에 하나의 영향만 줄것 같았던 No.1215.볼라벤(BOLAVEN.2012.08)은 No.1214.덴빈(TEMBIN.2012.08)도 같이 데리고 오면서 피해 영향을 더 크게 받았다. 하지만 우리나라에서의 태풍 진로는 서해안으로 해서 중부내륙을 지나면서 부산 및 해운대 마린 시티의 피해는 다른 지역에 비해 상대적으로 적었다.



[그림 2-11] No.1215.볼라벤
(BOLAVEN.2012.08) 진로

[그림 2-12] No.1214.덴빈
(TEMBIN.2012.08) 진로

하지만 No.1215.볼라벤(BOLAVEN.2012.08) 이후 부산 해안지역을 탐사하면서 본 피해사례는 산지의 토사가 흘러 내렸다면, 방파제의 휜스가 파손된 정도였고, 선박 및 어선, 항구에 대한 피해는 상대적으로 적었는데, No.1215.볼라벤(BOLAVEN. 2012.08)의 크기와 영향으로 인해 태풍이 북상하기 전에 미리 안전대피를 하였으며, 시설물에 대한 피해 방지를

철저히 하였음을 알 수 있었다.

하지만 No.1215.볼라벤(BOLAVEN.2012.08)에 대한 규모를 짐작 할 수 있었던 것은 No.0314.매미(MAEMI.2003.09) 민락동 수변공원에 올라왔던 바위가 이번 No.1215.볼라벤(BOLAVEN.2012.08)때도 민락수변공원에 5개의 바위덩이가 올라 왔음을 확인 할 수 있었다. 이것은 육상에서의 태풍 대비는 철저히 했어도 거친 바다의 영향으로 받을 수 있는 바다 피해는 피할 수 없다는 것을 알아야 한다.



[2-13] No.1215.볼라벤(BOLAVEN.2012.08)
때 올라온 민락수변공원의 바위

[그림 2-14] 칠암항 방파제의 파손된 웬스

5. No.1216.산바(SANBA.2012.09)

9월 11일에 발생한 필리핀 해상 북동부에서 발생하였으며, 중심 기압 900 hPa, 최대 풍속 56 m/s, 강풍 반경 550km의 세역을 가졌던 No.1216.산바(SANBA.2012. 09)는 사피어-심프슨 허리케인 등급⁶⁾에서 제 5등급으로 올해 발생한 태풍 중 가장 강력한 세력을 가진 태풍이었다.

No.1216.산바(SANBA.2012.09))는 No.1215.볼라벤(BOLAVEN.2012.08)과 No. 1214.

6) 사피어-심프슨 열대저기압 등급(Saffir-Simpson Hurricane Scale, 약자: SSHS)은 지속적인 바람의 세기에 따라 열대저기압을 분류하는 기준이다.

덴빈(TEMBIN.2012.08)과는 다르게 No0314.매미(MAEMI.2003.09)의 진로와 비슷하였으며, 규모 및 강도도 No0314.매미(MAEMI.2003.09)와 비슷한 세력을 가졌었다. 따라서 해운대 마린시티의 피해에 대한 실질적인 피해 모습을 볼 수 있었다.



[2-15] 해운대 마린시티
도로 파괴된 모습



[그림 2-16] 해운대 마린시티
No1216.산바(SANBA.2012.09)의 영향

위의 그림을 보면 알 수 있듯이 제16호 산바 (SANBA.2012.09)에 의한 해안 지역 피해는 제15호 블라벤 (BOLAVEN.2012.08)과 No1214.덴빈 (TEMBIN.2012.

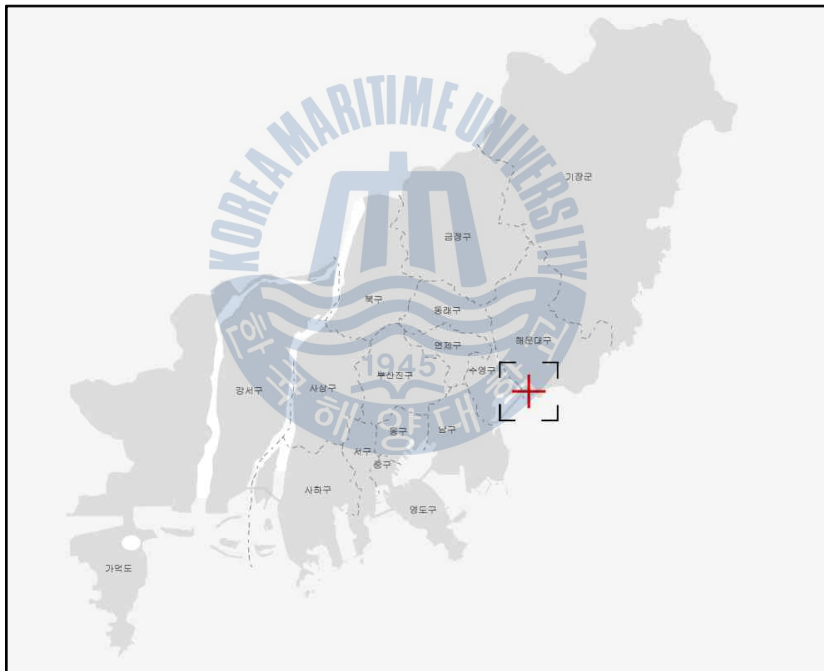
08)에 비해 컸으며, 마린시티도 많은 영향을 받았다.

월파에 의해 넘어온 파도는 그 위력에 더 거세지고 방파제를 넘어온 파도가 바로 부딪히는 도로면에 닿으면서 바닥의 블록 벽돌 등을 뒤집어 놓은 것을 볼 수 있었다. 그리고 월파를 방지하기 위한 방파제를 만들었지만 태풍의 저기압 등에 의해 높아진 해수면은 월파량이 더 많았으며, 마린시티에서 연안부 도로 전체가 피해 영향을 받는 것을 확인 할 수 있었으며, 현대 아이파크 및 더샵아텔리스의 1층부에는 직접적인 피해도 있었던 것을 볼 수 있었다.

3장 마린시티 현황 분석

3.1. 지리 및 일반적 현황

3.1.1 위치 및 일반적 현황



[3-1] 마린시티 위치도

마린시티는 부산전체 지리위치에서 중심부에 위치하며, 동쪽으로는 광안리, 광안대교, 이기대, 북항이 있으며, 서쪽으로는 달맞이고개, 송정, 기장 사이에 위치하고, 산과 강·바다·온천이 있는 사포지향(四抱之鄉)의 명

소로 해수욕장, 동백섬, 달맞이언덕 등 천혜의 자연경관을 간직하고 있다. 해저테마수족관, 해양축제, 영화촬영소, 미술관, 갤러리 및 추리문화관 등 각종 문화·관광시설이 마린시티를 중심으로 주변에 위치해 있고, 북쪽으로는 장산과 센텀시티가 있고, 남쪽으로는 남해의 외해가 위치한다.

1. 위치

부산광역시 해운대구 우1동 1407번지 일원

2. 기상개황

[3-1] 해운대구 기상개황 I

	기온(°C)			강수량 (mm)	상대습도(%)	
	평균	평균최고	평균최저		평균	최저
2008	15.0	18.8	12.0	1,168.3	62.9	11.0
2009	15.2	19.2	12.1	1,772.9	61.4	10.0
2010	14.9	19.0	11.7	1,441.9	62.1	8.0
1월	3.0	7.7	-1.1	37.6	40.5	8.0
2월	5.8	10.0	2.4	91.1	56.4	8.0
3월	7.8	11.5	4.5	132.9	61.6	11.0
4월	11.5	16.0	7.8	146.3	60.2	12.0
5월	17.2	21.3	13.9	186.8	66.9	18.0
6월	22.0	25.5	19.4	94.4	67.8	24.0
7월	25.2	28.3	23.0	291.9	83.1	49.0
8월	27.9	30.9	25.6	165.3	80.5	52.0
9월	24.1	27.9	21.4	182.5	71.4	24.0
10월	18.2	22.5	15.1	72.6	62.9	20.0
11월	11.3	16.4	7.2	2.0	46.2	13.0
12월	5.2	9.9	1.0	38.5	47.4	12.0

자료: 부산지방기상청(<http://www.bspolice.go.kr>)

[3-2] 해운대구 기상개황 II

	평균해면 기압(hPa)	평균운량 (1/10)	일조시간 (hr)	바람(%)		
				평균풍속	최대풍속	최대 순간풍속
2008	1,015.2	4.7	2,346.0	3.2	12.7	21.4
2009	1,015.1	4.7	2,155.7	3.4	18.3	26.3
2010	1,015.8	4.9	2,250.8	3.3	15.6	24.5
1월	1,022.2	2.4	222.4	3.3	13.6	18.9
2월	1,020.3	5.2	143.2	3.2	10.8	19.8
3월	1,019.6	6.6	117.4	4.1	14.7	21.5
4월	1,017.9	5.7	167.2	3.4	12.6	19.1
5월	1,011.5	5.5	204.0	3.2	13.7	19.0
6월	1,010.1	5.9	201.3	2.5	9.5	15.4
7월	1,008.9	7.1	165.1	3.3	10.2	16.2
8월	1,011.4	5.5	212.6	3.5	15.6	24.5
9월	1,013.4	5.3	192.4	3.1	13.9	21.5
10월	1,017.7	5.0	193.4	3.1	11.4	18.9
11월	1,020.3	2.2	228.4	3.1	15.6	23.4
12월	1,016.0	2.7	203.4	3.5	14.1	20.9

자료: 부산지방기상청(<http://www.bspolice.go.kr>)

[표 3-3] 해운대구 일기일수

	맑음	폭풍	강수
2008	111	-	86
2009	114	5	102
2010	110	5	95
1월	19	-	4
2월	9	-	8
3월	6	1	13
4월	7	-	14
5월	7	-	8
6월	4	-	8
7월	-	-	12
8월	6	1	11
9월	7	1	8
10월	8	-	6
11월	18	1	1
12월	19	1	2

자료: 부산지방기상청(<http://www.bspolice.go.kr>)

해운대구의 최근 3년간 평균 기온은 15.0℃ 내외로 최고 평균 기온은 19.0℃ 이며, 평균 최적 기온은 11.7℃로 온화한 기후대에 속한다. 하지만 7,8월에는 기온이 30.0℃가 넘고 습도는 80.0% 이상의 습한 기온을 보이며, 7,8,9월이 태풍일수가 많다. 해운대구에 위치한 마린시티는 남부 연안의 기후인 온난하고, 일교차가 비교적 적은 날씨를 보여 준다.

3.1.2 대지

1. 면적⁷⁾

[3-4] 마린시티 면적 및 용도구역

지역	합계	건축물	도로 및 광장	조경시설	유흥시 설	녹지	기타
면적(m ²)	396,026.5	288,175.7	1,731.9	285.7	596.2	2,279.2	102,957.8

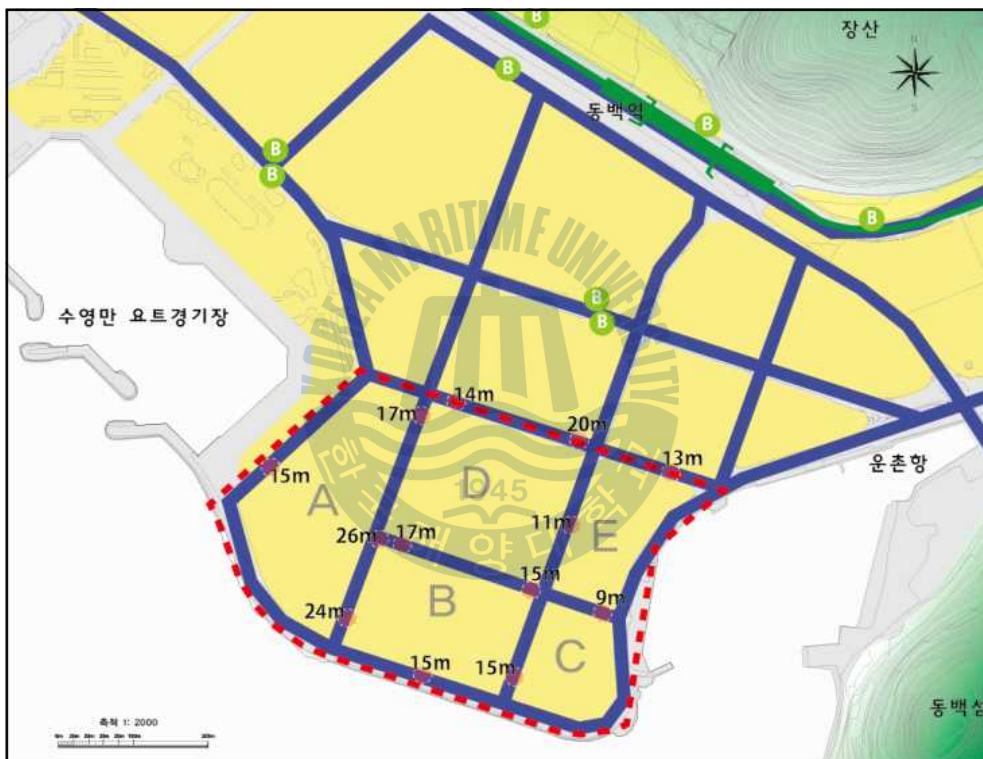
토지이용 현황은 마린시티 구역을 크게 주거 및 숙박시설의 건축물과 도로 및 광장, 조경(휴게,잔디마당,파고라등),유흥(놀이터),녹지 시설로 이루어져 있다.

마린시티(수영만 매립지) 총 면적은 401,814m²로 주거 및 숙박기능을 하고 있는 마린시티내 건축물 면적은 288,175.7m²로 약 73%의 면적을 차지하고, 도로 및 광장은 1,731.9m²로 약1%의 면적을 차지한다.

7) 부산광역시. 2012도시관리계획(수영만매립지 상업지역 제1종지구단위계획)결정 변경. 2012

3.1.3 도로 및 교통현황

1. 대지 도로 및 교통 이용도



[3-2] 마린시티 도로 및 교통 이용도

1) 도로

대상지의 도로 구역 형태는 격자형으로 되어 있으며, 대부분의 도로 폭은 15m 전후로 4차선 도로 크기 이상이다.

특히 남쪽 연안면에 위치한 도로의 폭은 15m로 4차선 도로 이며, 현대

아이파크가 위치한 A블럭과 B 블럭의 간격은 24m~26m 이며, B블럭과 C블럭의 도로폭은 15m이다. 마린시티 개발 역사를 보면 2002년에 만들어진 한화리조트는 B블럭 우측 하단에 제일 먼저 만들어 졌으며, 다음으로 E,C 블럭의 건물들이 만들어 졌다. 그리고 A 와 D의 현대 아이파크, 두산위브더제니스는 최근 2011년도에 만들어졌다. 이런 상황으로 봤을 때, 기존에 계획된 도로폭등이 계획 되어 있었으나, 블럭 전체를 계획된 아파트 단지인 현대 아이파크와 두산 위브더제니스의 경우는 단지 자체를 줄이거나 도로를 신설하면서, 현재의 도로 폭이 된 것으로 사료 되며, 실제 2003년 마린시티의 부산 항측도를 보면 A구역에서 중심부에 길이 나 있는 것을 볼 수 있는데, 현대 아이파크를 계획 하면서 현재의 모습처럼 대지 전체를 이용 한 것을 볼 수 있다. 이런 도로폭이 넓어 지는 것은 마린시티에 태풍에 의한 침수 등이 왔을 때 사람과 차량 등의 대피로로 사용될 가능성에서 높아진다.

2) 교통현황

마린시티의 도로체계는 격자형으로 되어 있어, 구역이 블록화 되어있다. 대중교통은 대상지에서 150m 이상 떨어진 곳에 위치하며, 지하철과의 거리는 약500m로 대중교통을 이용한 접근은 쉽지 않은 편이다. 따라서 마린시티 주거민들은 자가차량을 이용하는 사람들이 많으며, 이는 태풍이나 기상이변으로 해일 등 연안면에 위치한 차량은 큰 피해를 입을 수 있다.



3.1.4 토지이용현황

1. 마린시티 단지 구역 이용도

1) 마린구역별 현황

[3-5] 마린시티 구역별 현황표

구역	면적	건축물	비고
A구역	46,111㎡	·현대 아이파크(41,218㎡) ·어린이공원(4,893㎡)	현대 아이파크에 관광숙박시설 포함(4,300㎡)
B구역	36,274㎡	·대우트럼프월드(18,141㎡) ·우신골드매르시아(4,517㎡) ·한화리조트(4,517㎡) ·두산위브포세이돈(9,097㎡)	
C구역	17,882㎡	·카이저빌오피스텔(9,097㎡) ·더샵아텔리스(13,069㎡) ·아라트리움(2,407㎡)공사중	
D구역	48,103㎡	·두산위브더제니스(42,478㎡) ·소공원(42,478㎡)	
E구역	20,811㎡	·오렌지프라자(5,202㎡) ·우신골드스위트(5,202㎡) ·대우월드마크(5,202㎡) ·한일오르듀(5,202㎡)	

자료 : 부산광역시, 2012도시관리계획(수영만매립지 상업지역 제1종지구단위계획)결정 변경, 2012

(1) 마린시티 A구역




[3-3] 마린시티 A구역

A구역은 전체 면적이 46,111㎡이다. 이용현황에서 건축물은 현대 아이파크 와 어린이 공원으로 이루어져 있으며, A구역 전체가 현대 아이파크 단지를 이루며, 이중 수영만 요트 경기장 쪽에 면해 있는 건물 하나는 관광숙박시설로 이용이 된다. 현대 아이파크는 총 7개 동으로 이루어져 있으며, 이중 비상시 탈출을 위한 헬기장은 3개 동에만 있고, 단지로 들어가는 차량주 출입구는 총 동·서쪽면의 하나씩 있다.

가. 해운대 현대아이파크

[3-6] 해운대 현대아이파크

건물명	해운대 현대아이파크	
입주일	2011년 10월	
개요	지하 6층 - 지상72층	
이용현황	· 지하 6층 주차장이용 · 지상 - 지상2층상가로 사용, 3~72층은 아파트로 사용	
특징	주상복합건물로 이용, 1631세대	

(2) 마린시티 B구역



[그림 3-4] 마린시티 B구역


B구역 전체 면적은 36,274㎡이고, 건물은 8개 동에 4개의 주상복합 아파트가 이용이 되고 있고, B구역에서 대우트럼프월드 단지 면적이 절반을 차지한다.

그리고 한화리조트는 마린시티 대상지에서 2001년에 가장 먼저 지어졌으며, 실제 No.0314.매미(MAEMI.2003.09) 피해를 크게 입었다. 비상탈출을 위한 헬기장은 우신골드메리시아를 제외한 대우트럼프월드, 두산위브포세이돈, 한화리조트 등의 각각의 건물에 모두 옥상에 헬리포트가 있으

며, 차량을 이용한 주차 공간은 각 건물 및 단지 모두 지하주차장으로 되어 있다.


가. 해운대 대우트럼프월드마린

[3-7] 해운대 대우트럼프월드마린

건물명	해운대대우트럼프월드마린	
입주일	2008년 03월	
개요	지하4층 - 지상42층	
이용현황	· 지하 4층 주차장이용 · 지상 - 지상2층상가로 사용, 3~42층은 아파트로 사용	
특징	주상복합건물로 이용, 232세대	


나. 해운대 한화리조트

[표 3-8] 해운대 한화리조트

건물명	한화리조트	
입주일	2001년 07월	
개요	지하 6층 - 지상32층	
이용현황	· 지하 6층 주차장이용 · 지상 - 지상2층로비 및 뷔페 로 사용, 3~32층은 객실로 사용	


다. 해운대 우신골드스위트

[3-9] 해운대 우신골드스위트

건물명	우신골드스위트	
입주일	2005년 12월	
개요	지하 4층 - 지상38층	
이용현황	· 지하 4층 주차장이용 · 지상 - 2층상가 , 3~38층(주상복합)이용	
특징	지하로 내려 가는 차수막(침수방재시설) 시설 없음 , 지상 2층까지 상가, 주상복합건물로 이용, 202세대	

라. 해운대 두산위브포세이돈

[표 3-10] 해운대 두산위브포세이돈

건물명	두산위브포세이돈	
입주일	2007년 02월	
개요	지하 5층 - 지상45층	
이용현황	· 지하 5층 주차장이용 · 지상 -지상3층상가로 사용, 4~45층은 아파트로 사용하고 있다.	
특징	주상복합건물로 이용, 255세대	

(3) 마린시티 C구역




[3-5] 마린시티 C구역

C구역 전체 면적은 17,882㎡로 카이저빌오피스텔과 더샵아텔리스 단지, 아라트리움이 있는데, 아라트리움은 현재 공사중이다. 더샵아텔리스가 전체면적의 3/1정도 차지하고 있으며, 마린시티 대상지에서 동남쪽연안면에 위치해 있다.

현재 비상탈출을 위한 옥상 헬기장은 아텔리스만 설치 되어 있고, 각 건물 및 단지에 면해있는 주차장은 지하출입구 이다.


가. 해운대 카이저빌 오피스텔

[3-11] 해운대 카이저빌 오피스텔

건물명	카이저빌 오피스텔	
입주일	2011년 04월	
개요	지하 3층 - 지상14층	
이용현황	· 지하 3층 주차장이용 · 지상 -2층상가 로 사용, 3~14층은 오피스텔로 사용하고 있다.	
특징	주상복합건물로 이용, 135세대	


나. 해운대 더샵 아텔리스

[표 3-12] 해운대 더샵 아텔리스

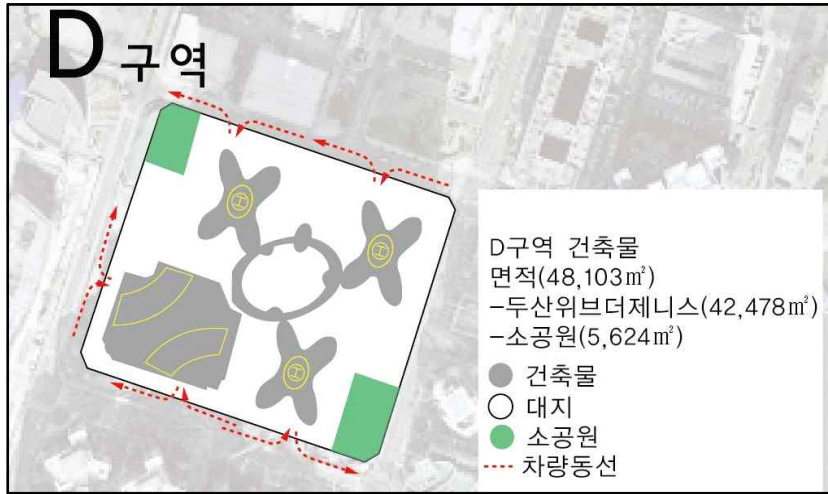
건물명	더샵 아텔리스	
입주일	2006년 12월	
개요	지하 3층 - 지상47층	
이용현황	· 지하 4층 주차장이용 · 지상 -지상2층상가로 사용, 3~47층은 아파트로 사용하고 있다.	
특징	주상복합건물로 이용되고 있다.	

다. 해운대 아라트리움

[표 3-13] 해운대 아라트리움

건물명	해운대 아라트리움	
입주일	2013년 04월(예정)	
개요	지하5층 - 지상38층	
이용현황	· 지하 5층 주차장이용 · 지상 - 숙박(호텔), 판매시설 · 현재 공사중	

(4) 마린시티 D구역




[3-6] 마린시티 D구역

D구역 전체 면적은 48,103㎡이고, D구역 전체가 두산위브더제니스 단지
 지와 소공원으로 이용되고 있다.

D구역은 마린시티 내에서 중심부에 위치해 있어 침수 및 월파 등에
 의한 피해가 가장 적은 곳으로, 주차장으로 들어가는 입구는 총 5군데
 이지만 모두 단지 내 초입부에 위치한 곳이 아닌 조금 안쪽으로 위치되
 어 있고, 들어가는 부분이 조금 불룩한 길로 되어 있다. 그리고 D구역은
 주차장에 차수벽이 모두 설치가 되어 있으며, 높이가 1m이상으로 침수
 에 대한 대비가 다른 구역에 비해 비교적 잘되어 있는 편이다. 비상탈출
 을 위한 헬리포트는 주거건물 있는 3건물에 있으며, 주차시설은 모두 지
 하로 되어있다.

가. 해운대 두산위브더제니스

[3-14] 해운대 두산위브더제니스

건물명	해운대두산위브더제니스	
입주일	2011년 12월	
개요	지하 5층 - 지상80층	
이용현황	· 지하 5층 주차장이용 · 지상 - 2층상가 및 공용공간	
특징	지하로 내려 가는 차수막(침수 방재시설)시설 되어 있음 높이 약1m, 대한민국에서 주거건물로는 가장 높음, 주상복합건물로 이용, 1788세대	

(5) 마린시티 E구역




[그림 3-7] 마린시티 E구역

E구역 전체면적은 20,811m²이고, 오렌지프라자, 우신골드스위트, 대우월드마크, 한일오르듀의 각각의 면적이용은 비슷하다. 비상탈출을 위한 옥상의 헬리포트는 오렌지프라자를 제외하고는 모두 설치 되어 있으며, 주

차시설은 대우월드마크가 지하와 지상으로된 주차시설로 이용이 되며, 나머지 건물들에서는 모두 지하주차장이다. E구역에는 호우나 침수에 대비한 차수벽 등의 시설물이 미설치된 곳이 있어, 대우 월드마크를 제외하고는 모두 침수피해에 취약성을 보인다.


가. 해운대 벽산이 오렌지프라자상가

[3-15] 해운대 벽산이 오렌지프라자 상가

건물명	벽산이 오렌지프라자 상가	
개요	지하 3층 - 지상6층	
이용현황	· 지하 3층 주차장이용 · 지상 -6층상가	
○특징	지하로 내려가는 차수막(침수방재시설)시설 없고, 지상 6층까지 상가로 이용한다.	


나. 해운대 우신골드스위트

[표 3-16] 해운대 우신골드스위트

○건물명	우신골드스위트	
○입주일	2005년 12월	
○개요	지하 4층 - 지상38층	
○이용현황	· 지하 4층 주차장이용 · 지상 -2층상가 , 3~38층(주상복합)이용	
○특징	지하로 내려 가는 차수막(침수방재시설) 시설 없음 , 지상 2층까지 상가, 주상복합건물로 이용, 202세대	


다. 해운대 대우월드 마크

[3-17] 해운대 대우월드 마크

건물명	대우트럼프 월드	
입주일	2007년 05월	
개요	지하 2층 - 지상42층	
이용현황	· 지하 2층 주차장이용 · 지상 -2층로비 및 공용공간 ,2~5층주차장 6~42층(주상복합)이용	
특징	지하로 내려 가는 차수막(침수방재시설)시설 되어 있음 높이 약 1m, 지상 2층까지 상가, 콘도미니엄으로 이용	

라. 해운대 한일 오르듀

[표 3-18] 해운대 한일 오르듀

건물명	한일 오르듀	
입주일	2001년 07월	
개요	지하 3층 - 지상34층	
이용현황	· 지하 - 3층 주차장이용 · 지상 1-3층상가 , 4~34층(주상복합)이용	
특징	지하로 내려 가는 차수막(침수방재시설) 시설 없음 , 지상 3층까지 상가, 주상복합건물로 이용, 726세대	

2. 마린시티 대지 단면

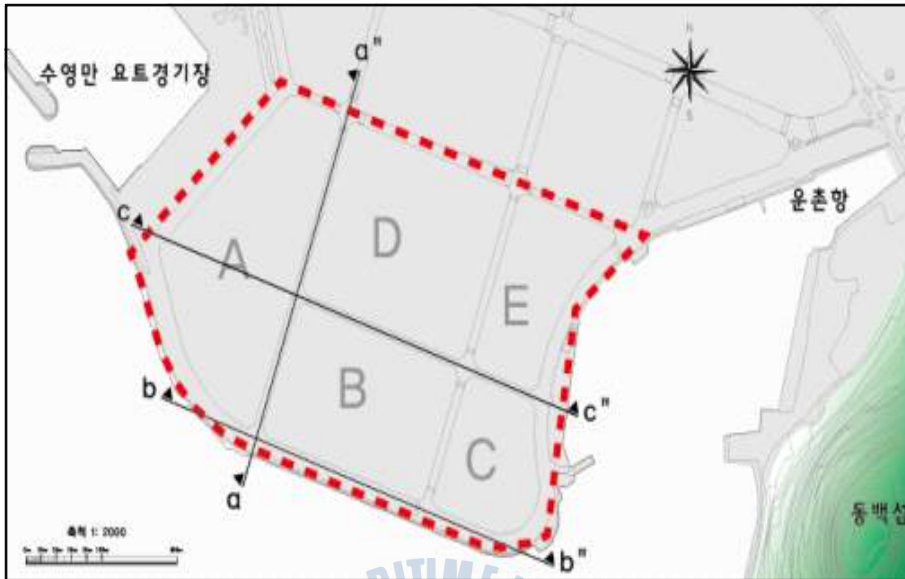
마린시티는 매립지로서 일정한 높이를 유지하고 있다. 연안면에 위치한 높이는 3.6m이며, 건축물이 들어선 곳에는 4.2m~4.6m의 높이를 유지하고 있다.

하지만 본 연구에서 사용된 수치지도는 2003년 기준으로 되어 있기 때문에 연안면의 매립지 높이는 3.6m로 그대로 이지만, 블록 높이의 경우 현재와 조금 다를수 있으나, 높이의 큰 차이는 없다. 그리고 현재 마린시

티 남쪽 연안면에 공사중인 방수벽의 높이는 0.8m~1.2m로 현재 매립지 높이에서 방수벽 높이를 더하면 4.4m~4.8m의 높이가 되고, 이는 웬만한 파도의 쳐오름을 막을 수 있는 높이가 된다. 마린시티의 지형 높이를 보면 북쪽의 장산으로 갈수록 지형이 조금씩 높아 지는 것을 볼 수 있는데, 이는 완만한 경사를 이루면서 대지가 높아지는 것을 볼 수 있다. 이런 관계 또한 마린시티와 장백산 사이에 위치한 대우마리나 아파트 단지들도 매립지 위에 만들어 저서 그런 것을 볼 수 있다.

하지만 마린시티의 침수피해는 태풍시에 해일에 의한 것만 있는 것이 아닌, 호우에 의해서도 침수 피해를 볼 수 있다. 왜냐하면 태풍이 불 때 호우가 내리면 No.0314.매미(MAEMI.2003.09)를 기준으로 했을 때 부산의 일일 강수량은 최고 64mm였다. 당시 마린시티는 침수피해를 입었는데, 월파에 의한 바닷물과 강수량이 합쳐지면서 침수피해를 입었다. 하지만 No.0314.매미(MAEMI.2003.09)

보다 강도가 더 큰 태풍과 호우가 올 시 2003년도에 왔던 No.0314.매미(MAEMI.2003.09)보다 더 큰 침수 피해를 입을 수 있는 것이다. 또한, 마린시티 위쪽에 내린 비의 양이 현재 계획된 배수 용량 시설 보다 많이 와서 제대로 빗물을 빼주지 못하면 지대가 낮은, 마린시티로 흘러 들어 오게 되는데, 월파로 넘어 오는 바닷물과 장산에서 흘러 내려오는 빗물 등이 합쳐지게 되면, 마린시티는 더 큰 피해를 입게 된다.

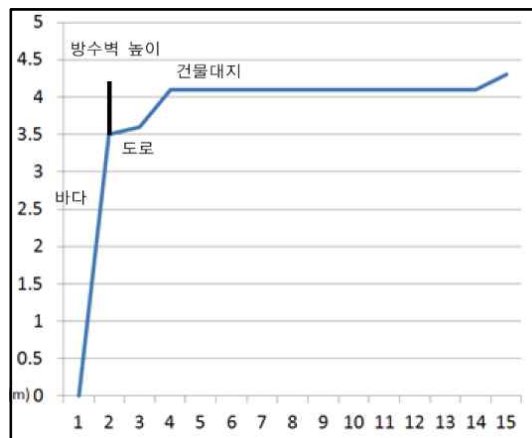


[3-8] 마린시티 단면 구역

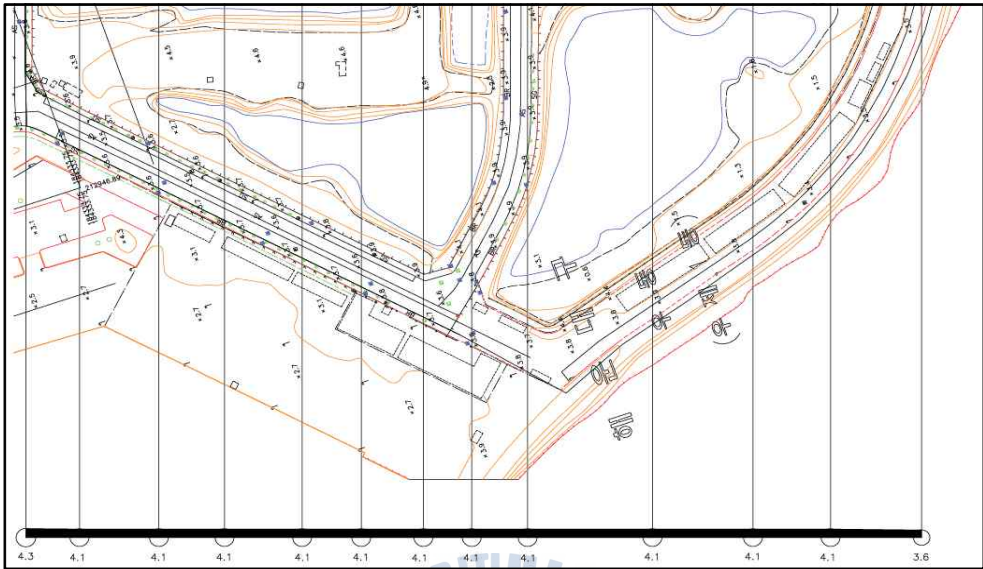
지형 단면은 현재 도로가 놓아져 있는 곳을 단면을 끊었으며, 2003 부산시 수치지도를 기준으로 만들었고, 구역은 크게 5개 구역이다.

1) 마린시티 구역 단면

(1) a-a “구역단면



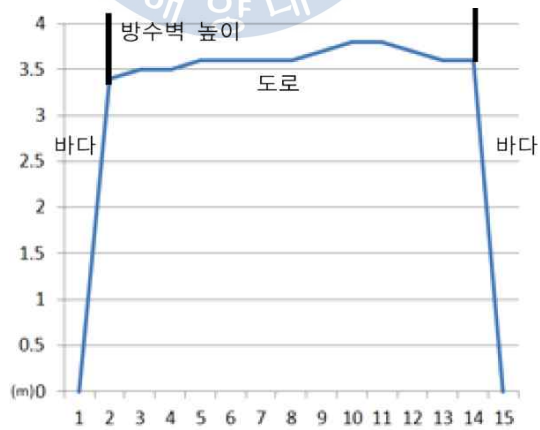
[그림 3-9] a-a “구역 단면



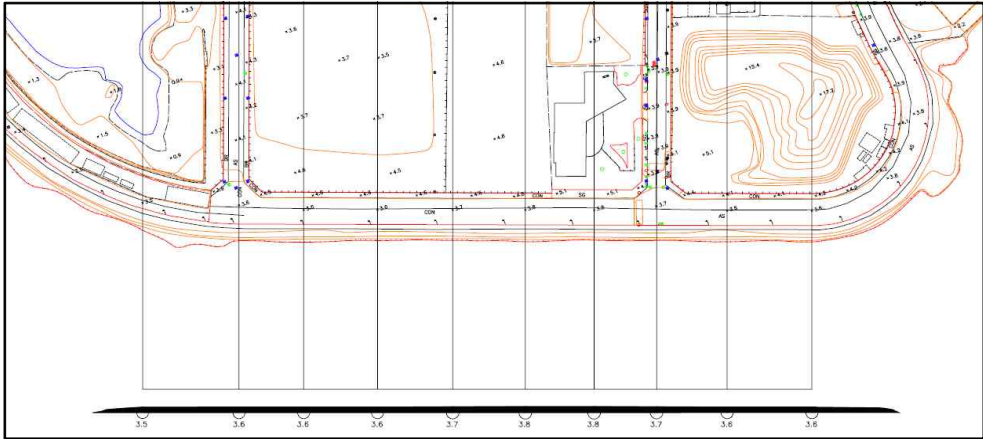
[3-10] a-a" 구역 단면 수치지도

a-a"구역은 A구역 전체를 보고 있는 것으로 연안면에 3.5m의 대지 이후 건축물이 들어서는 A구역 부터는 레벨차이가 4.1m로 동일하다.

(2) b-b"구역 단면



[그림 3-11] b-b "구역 단면

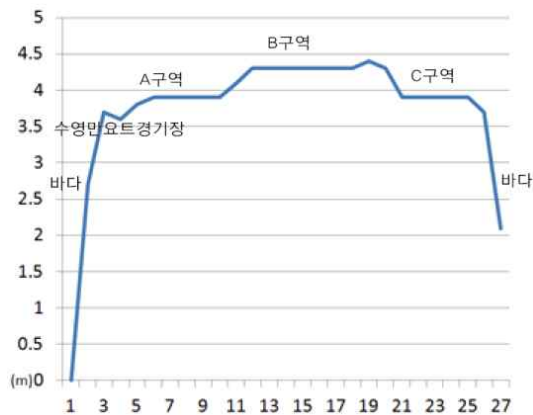


[3-12] b-b" 구역 단면 수치지도

b-b"구역의 길이는 약 510m이며, 마린시티에서 남쪽 연안면에 위치해 있다.

위의 단면은 b구역의 도로면 높이를 한 것이고, b-b"구역 도로 높이도 전체적으로 중간이 높고 양 끝이 낮은 것을 볼 수 있다. 1번과 15번의 높이는 3.6m이고 중앙에 가장 높은 곳은 3.8m로 중앙이 볼록한 형태를 지니고 있고, 이 역시 물의 배수를 잘 빠지게 하기 위한 것으로 보인다.

(3) c-c "구역 단면



[그림 3-13] c-c "구역 단면



[3-14] c-c" 구역 단면 수치지도

c-c“구역의 길이는 약 670m로 수영만 요트경기장에서부터 방파제 일부까지의 길이로, 양쪽 끝은 2.7~2.1m이다. 이는 1번의 2.7m는 수영만 요트경기장이며, 27번의 2.1m는 방파제 일부이다. c-c“구역 역시 양쪽 끝에 비해 중간이 볼록하게 올라와 있다.

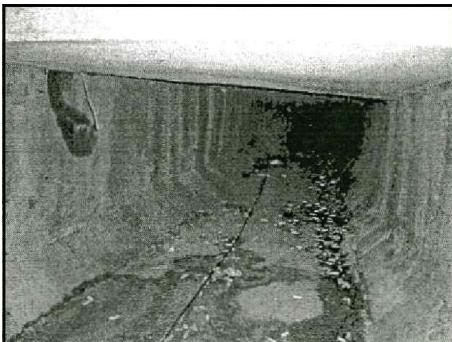
3.1.5 마린시티 배수시설⁸⁾

1. 현황분석

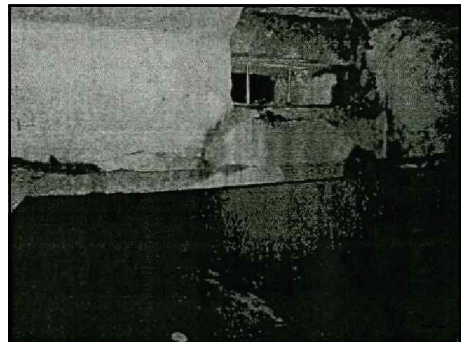
- (1) 기존 수로 BOX는 부산대우 트럼프월드 마린~더샵아텔리스까지 연장 410m 구간이다.
- (2) 수고 BOX의 용도는 악천후시 해수의 범람이 있을 경우 유입된 바닷물의 유출을 원활히 하기위함이 주 목적이며, 현재 인도로 이용되고 있고 일부구간은 아파트 진출로로 이용 되고 있다.
- (3) 한화리조트~더샵아텔리스 구간은 상가로 형성되어 현재 영업중으로, BOX공사시 민원이 예상된다.
- (4) 시공후 BOX 상단에 차량하중이 재하됨으로써, BOX의 구조적 안전성을 검토해야 하며, 해구의 유출을 원활히 해야 한다.

2. 기존 BOX의 현황

- (1) 기존 수로 BOX는 현장조사 결과 BOX폭은 2.5m, 높이는 0.87m~1.8m로 조사되었으며, BOX 내부는 균열과 철근노출, 철근부식이 다수 발견되어 적절한 보수 및 보강을 통하여 안정성을 확보 해야 할 것으로 판단된다.



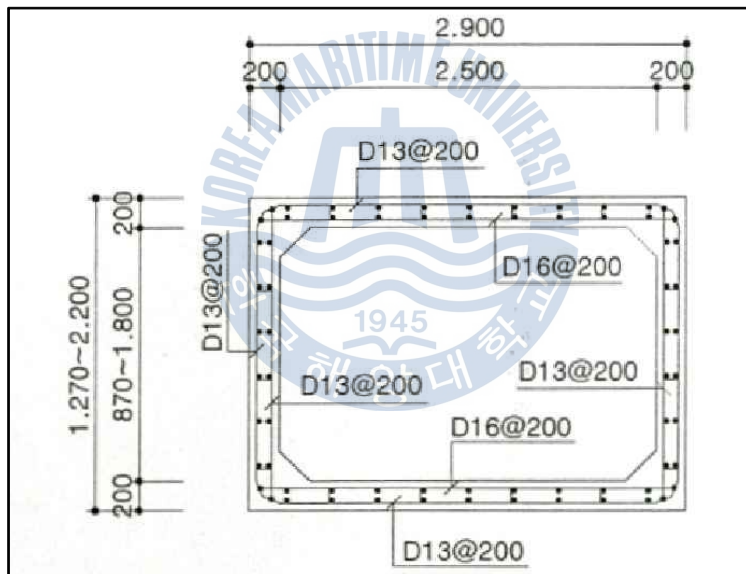
[3-15] 마린시티 수로 BOX 내부현황



[그림 3-16] 마린시티 수로 BOX 균열 및 철근노출

8) 해운대구. 해운대 마린시티 명품거리 조성 기본 및 실시설계 종합보고서. 2011

- (2) 기존 BOX는 현재 인도로 이용되고 있고, 일부구간은 아파트 진출로로 이용되고 있으며, 도로확장 시공 후 BOX 상부에 차량하중이 재하됨을 감안 하고 현재 BOX상태를 감안 할 E0, 보수, 보강 또는 재설치가 필요하다.
- (3) BOX의 제원 및 철근배근은 인근 아이파크 현장 BOX 구조안전진단보고서 (2010.12 대진구조기술사 사무소)를 참고로 추정 한 결과 주 철근은 상부슬래브 하면과 하부슬래브 상면은 D16@200으로 배근되었고, 그 외 벽체 및 상,하부 슬래브 외측철근은 D13@200으로 배근되었으며, 배력철근은 D13@300으로 배근되었고, 시공정 이를 확인해야 한다.

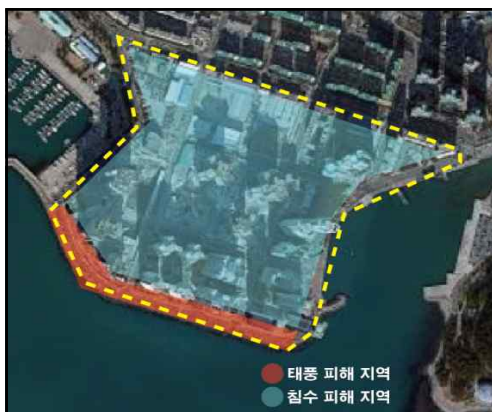


[3-17] 마린시티 기존 BOX 단면도

3.2. 마린시티 태풍 피해상황

[3-19] 마린시티 태풍에 의한 피해 조사

태풍명	피해발생 날짜	사진	태풍 규모	피해 유형
No0314. 매미 (MAEMI. 2003.09)	2003.09.12	 침수피해, 시설물 파손	중형급 태풍 /최대파고 7.5m/순 간최대 풍속 53.4㎞/h	월파에 의한 침수 및 강풍
No1004. 덴무 (DIANMU. 2010.08)	2010.08.11	 차량 및 도로 파손	소형급 태풍 /최대파고 7.5m/순간최대 풍속40.7㎞/h(구덕산 기준)	월파 및 강풍
No1109. 무이파 (MUIFA. 2011.08)	2011.08.08	 차량침수, 월파 및 공사장 휨 파손	소형급 태풍 /최대파고 7.5m/순간최대 풍속 38㎞/h	월파 및 강풍
No1216. 산바 (SANBA. 2012.09)	2012.09.17	 도로 및 조경수 파손	대형급 태풍 / 최대 풍속 75㎞/h	월파 및 강풍



2003년 No0314.매미(MAEMI.2003.09)
에 의한 침수피해 이미지



2010년, 2011년
No1004.덴무(DIANMU.2010.08) 와
No1109.무이파(MUIFA.2011.08)에 의한
의한 침수피해 이미지

[3-18] 마린시티 태풍 침수피해 이미지

2003년 No0314.매미(MAEMI.2003.09)에 의한 태풍피해는 강풍 및 월파 등에 의한 침수, 시설물 피해로, 당시 한화리조트 이외의 구조물과 빌딩은 없었다. 하지만 해상호텔로 이용되던 유람선이 좌초가 되면서 한화리조트와 함께 피해를 입었다.

당시 해상호텔로 이용되던 선박은 영업을 개시한지 얼마 되지 않아 No0314.매미(MAEMI.2003.09)로 인해 좌초되어, 이용되지 않다가, 2008년도에 완전 폐기되었으며, 한화리조트 피해는 지하공간 및 지상3~4층 높이에서도 침수 및 파손피해가 있었다. 이는 집중호우에 의한 피해보다는 태풍과 강풍, 그리고 월파에 의한 피해로 볼 수 있다. No.1004.덴무(DIANMU.2010.08)에 의한 피해는 차량 및 도로파손 등이었으며, 당시 침수피해는 없었으나 월파에 의한 차량 및 시설물 피해가 많았고, No1109.무이파(MUIFA.2011.08)의 강풍으로 인해 공사장 휜스 및 차량 등이 피해를 입었으며, 마린시티 해변로 일대 도로는 약500M구간에 차량 통행이 전면 통제되었다. 2012년 No1216.산바(SANBA.2012.09)는 No0314.매미(MAEMI.2003.09)와 비슷한 경로와 규모의 세기의 태풍으로 No1216.산바(SANBA.2012.09)의 피해를 입은 마린시티의 모습을 통해 이 보다 더 큰 태풍이 어떠한 피해를 입을 것인가를 알 수 있는 계기가 되었다. No1216.산바(SANBA.2012.09) 당시 마린시티에서는 월파에 의해 도로블록 파손된 것을 볼 수 있었으며, 조경수 등이 강풍 등에 의해 많이 쓰러져 있는 것을 볼 수 있었다.

4장 마린시티 태풍 시나리오

4.1. 마린시티 태풍 시나리오 선정

4.1.1 해수면상승 단기 10년 적용 시나리오

본 연구의 해운대 마린시티 태풍 침수피해 시나리오는 슈퍼태풍 내습 시 부산·경남 연안역의 폭풍해일고(2008. 허동수 외) 시뮬레이션결과와 기상청의 부산 앞바다 가장 높았던⁹⁾ 만조를 선택 후 파도 높이와 만조가 겹쳤을 때의 시나리오를 만들었다.

No.5914.사라(SARAH.1959.09)는 과거의 기록에서 부산을 포함한 우리나라 남해동부연안에 큰 피해를 발생시킨 1959년 태풍 Sarah의 상륙시의 부산연안역 지역별에서의 태풍해일고를 재현하였고, 단, 재현 계산시에는 현재의 해저지형을 이용되었으며, 남해안 상륙시 기압심도(68hPa)로 한반도로 직접 상륙하지 않고 부산 앞바다를 통과한 No.5914.사라(SARAH.1959.09)와 기압심도(63hPa)의 경남연안을 상륙한 No.0314.매미(MAEMI.2003.09)의 진행경로는 남부연안을 통과하는 대표적인 태풍 진행 경로이다.¹⁰⁾

그리고 해수면 상승기준은 국립해양조사원에서 우리나라 주변해역 해수면 변동 분석결과를 이용 했다. ‘국립해양조사원은 동서남해에서 지난 30여년간 관측된 해수면 높이를 종합 분석한 결과를 발표했는데 분석된 결과에

9) 기상청 자료 1990년~2011년 까지 가장 높은 만조를 조사 후 가장 높았던 2003년 9월 No.0314.매미(MAEMI.2003.09)때의 만조 높이(2.11m)를 선정하였다.

10) 부산광역시. 부산시 풍수해저감특성 조사 및 피해영향분석 연구용역, 2009. p131

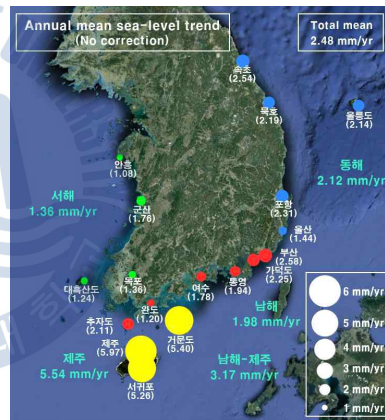
따르면, 제주도를 중심으로 남해안이 다른 해역보다 해수면 상승률이 가파른 것으로 분석 되었다.’¹¹⁾

제주항의 경우 지난 33년간 평균 5.97mm의 상승률을 보이는데 이는 전 세계 평균 해수면 상승률 1.8mm(국제기후변화패널 IPCC조사결과) 보다 3배 높은 결과이며, 부산의 경우 2.58mm로 전 세계 평균 해수면 상승률 보다 2배이상 높은 수치이다. 따라서 본 연구의 시나리오 설정은 총 6개로 슈퍼태풍 내습시 부산·경남 연안역의 폭풍해일고(2008. 허동수 외) 시뮬레이션결과를 기준으로 한 마린시티 월류높이와 만조시 높이를 합한

11) 국토해양부, 보도자료, 국립해양조사원 우리나라 주변해역 해수면 변동 분석결과 발표, 2012.04



[그림 4-1] 전국 해수면 분석대상



[그림 4-2] 전국 해수면 결과

[표 4-1] 전국 해수면 변화율

서해		남해		제주부근		동해	
조위 관측소	변동률 (mm/yr)	조위 관측소	변동률 (mm/yr)	조위 관측소	변동률 (mm/yr)	조위 관측소	변동률 (mm/yr)
안흥	1.08	추자도	2.11	제주	5.97	울산	1.44
군산	1.76	완도	1.20	서귀포	5.26	포항	2.31
목포	1.36	여수	1.78	거문도	5.40	목호	2.19
대흑산도	1.24	통영	1.94			속초	2.54
		가덕도	2.25			울릉도	2.14
		부산	2.25				
평균	1.36	평균	1.98	평균	5.54	평균	2.12
총평균		3.17		2.48			

것을 기준으로 해수면 상승 2.58mm의 단기10년과 중기20년을 기준으로 시나리오를 선정 하였다.

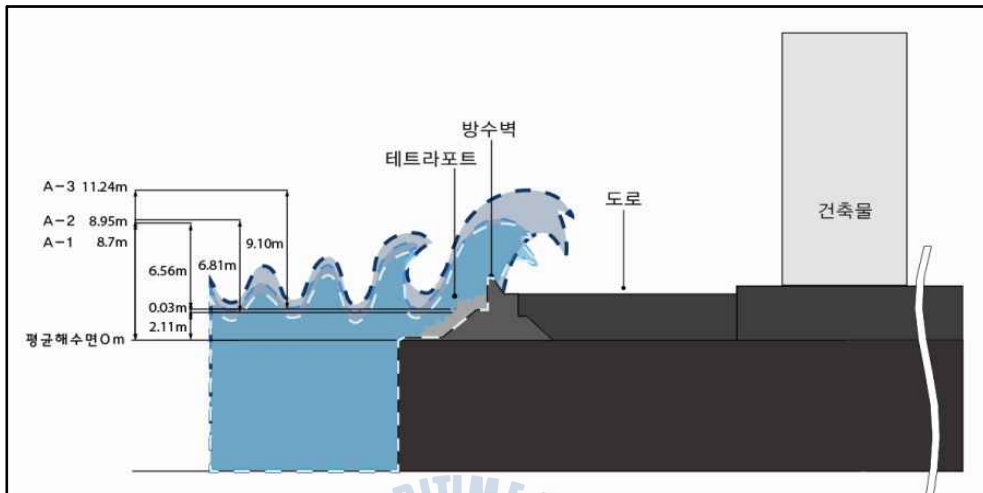
[4-2] 해운대 마린시티 태풍 시나리오

		A-1	A-2	A-3
A	월류높이	6.56m	6.81m	9.10
	만조시 높이	2.11m	2.11m	2.11m
	해수면상승(2.58mm×10년 =25.8mm)	0.03m	0.03m	0.03m
	합계	8.7m	8.95m	11.24m
		B-1	B-2	B-3
B	월류높이	6.56m	6.81m	9.10
	만조시 높이	2.11m	2.11m	2.11m
	해수면상승(2.58mm×20년 =51.6mm)	0.05m	0.05m	0.05m
	합계	8.7m	8.95m	11.24m

4.1.2 태풍시나리오 시물레이션 분석

태풍 시나리오 시물레이션은 마린시티 남쪽연안의 한 부분의 단면으로 월류 높이를 이미지로 그려 본 것이며, 3D에서 파도 수면 높이는 만조시 높이 (2.11m)와 해수면 상승률(단기2.58mm×10년, 중기1.58mm×20년)을 기본 높이로 하고, 월류높이인 극고조위, 태풍해일고과 천해파랑고는 수면 전체가 올라 오는 것이 아니기 때문에 월류높이의 높은 곳과 낮은 곳의 중심을 수면 높이로 했으며. 이것은 평상시 평균 해수면 높이를 파고의 중심으로 한 것을 참고 한 것이다.

1. 해수면상승 단기 10년 적용 시나리오



[4-3] 해수면상승 단기 10년 적용 시나리오 이미지

[표 4-3] 해수면 단기 10년 적용 시나리오A-1,2,3

	A-1	A-2	A-3
극 고조위	1.74m	1.74m	1.74m
태풍 해일고	0.82m	1.07m	3.36m
천해파랑고	4.0m	4.0m	4.0m
만조시 높이	2.11m	2.11m	2.11m
해수면 상승시 높이 (2.58mm×10년)	0.03m	0.03m	0.03m
합계	8.7m	8.95m	11.24m

1) 해수면 단기 10년 적용 시나리오 A-1

해수면 상승을 적용한 시나리오A-1은 기상데이터 No.0314.매미 (MAEMI.2003.09)를 시뮬레이션 한 것으로 월류높이 6.56m가 되고 만조시 높이 2.11m와 해수면 상승에서 단기 10년뒤를 고려한 높이인 0.03m를 더하면 합계는 8.7m가 된다.

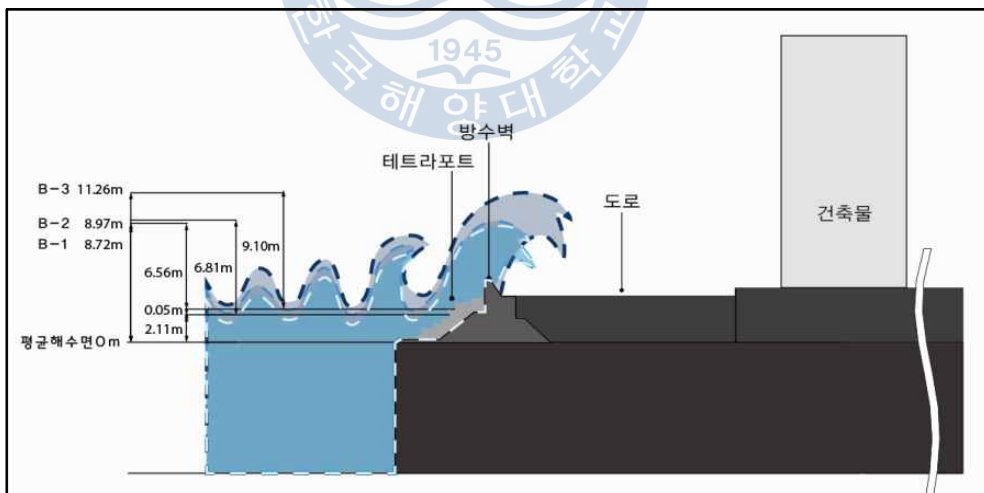
2) 해수면 단기 10년 적용 시나리오 A-2

시나리오 A-2는 No5914.사라(SARAH.1959.09)를 기본 데이터로 만든 것으로 만조시와 해수면 단기 10년의 높이인 2.14m를 기본 높이로 했으며, 기본 월류높이는 6.81m로 이것을 더하게 되면, 8.95m가 시뮬레이션 A-2의 월류높이가 된다.

3) 해수면 단기 10년 적용 시나리오 A-3

시나리오 A-3은 슈퍼태풍을 기준 데이터로 한 것으로, 슈퍼태풍은 미국2005년도에 왔던 카트리나를 기준데이터로 이용 되었고, 이에 대한 기본 월류 높이는 9.10m이다. 그리고 만조시 높이와 해수면 상승 단기10년의 높이를 더한 2.14m를 더하게 되면 11.24m가 된다.

2. 해수면상승 중기 20년 적용 시나리오



[4-4] 해수면상승 중기 20년 적용 시나리오 이미지

[4-4] 해수면 중기 20년 적용 시나리오B-1,2,3

	B-1	B-2	B-3
극 고조위	1.74m	1.74m	1.74m
태풍 해일고	0.82m	1.07m	3.36m
천해파랑고	4.0m	4.0m	4.0m
만조시 높이	2.11m	2.11m	2.11m
해수면 상승시 높이 (2.58mm×20년)	0.05m	0.05m	0.05m
합계	8.72m	8.97m	11.26m

1) 해수면 중기 20년 적용 시나리오 B-1

시나리오 B 부터는 해수면상승 중기 20년을 본 것으로 시나리오 A보단 약 2cm정도 높아졌다. 따라서 시나리오 A와 높이차이는 그리 많지 않지만 평상시 해수면 높이에서 마린시티 매립지 높이와 방수벽 높이를 더한 것 보다 더 높아진다. 따라서 만조와 해수면상승을 고려한 전체 월류 높이는 8.72m이다.

2) 해수면 중기 20년 적용 시나리오 B-2

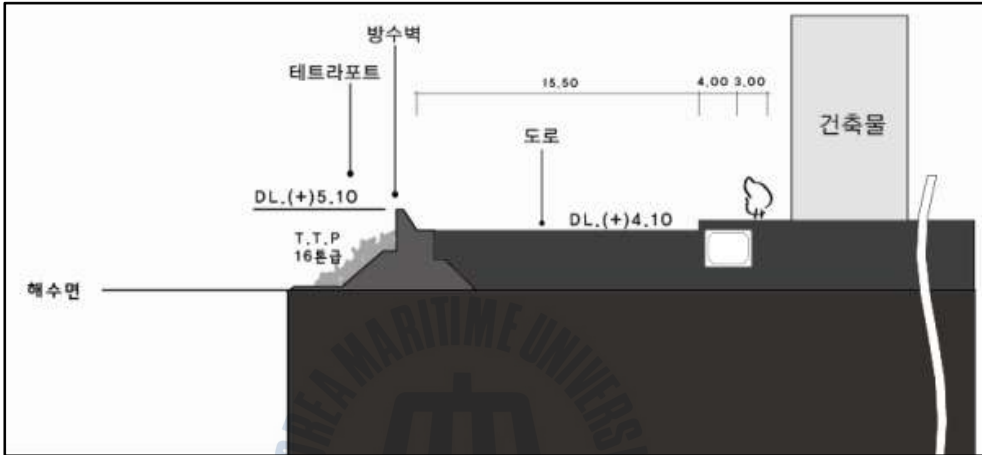
시나리오 중기 20년에서 시나리오 B-2역시 A-2에 비해 2cm 높아진 높이로 전체적으로 큰 차이를 보이지는 않고, 만조시와 해수면 상승 높이를 더한 전체 월류 높이는 8.97m이다.

3) 해수면 중기 20년 적용 시나리오 B-3

중기 20년 적용 시나리오 B-3은 지금까지의 시나리오 중 가장 높은 월류높이를 가지고 있는데, 만조시와 해수면 상승전체를 합한 월류높이는 11.26m가 된다.

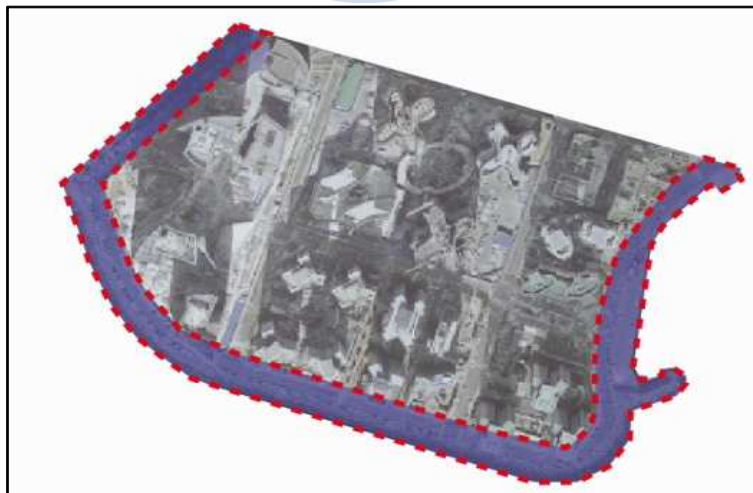
4.2. 태풍시나리오 침수흔적도

4.2.1 마린시티 단면도



[4-5] 마린시티 단면도

1. 마린시티 침수예상 흔적도 A-1,2/ B-1,2

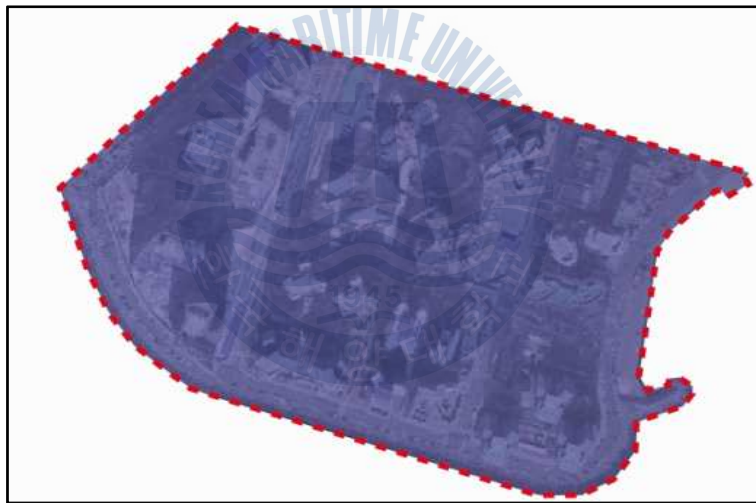


[그림 4-6] 마린시티 침수예상 흔적도 A-1,2/ B-1,2

침수예상 흔적도는 A-1 인 5.42m, A-2 5.54m 이고, B-1의5.44m, B-2 의5.6m를 수면 높이가 마린시티에 잠겼을 때의 흔적도이다.

마린시티 방수벽 높이가 4.9m~5.2m로 태풍시 평균 수면 높이가 가장 높은 시나리오 B-2의 5.6m 보다 약 0.4m~0.6m이상 높아. 단지면 보다는 높이가 낮아 도로면 까지는 침수 흔적이 예상 된다. 이는 현재의 배수시설 등을 고려하지 않은 태풍시의 침수 흔적도 이다.

2. 마린시티 침수예상 흔적도 A-3/ B-3



[4-7] 마린시티 침수예상 흔적도 A-3/ B-3

침수예상 흔적도 A-3은 6.69m이고, B-3은 6.71m로 마린시티 도로면과 방수벽이 4.10m와 5.10m로 1.5m이상 높아서 현재 마린시티 건물 1층면의 반정도는 물에 잠기는 것으로 나타났고. 이는 마린시티 전체적인 침수 흔적인 나타났다.

5장 마린시티 방지대책

5.1. 태풍 침수피해 방지대책 사례

5.1.1. 해외사례

1. 미국의 재난대응계획의 가이드라인¹²⁾

1) 국가대비 가이드라인

미국의 재난대응계획의 개선은 연방재난관리청을 재조직하고 역할을 강화하는 것으로 시작한다. 2006년에 만들어진 ‘카트리나 후 긴급대응개선법’(The post Katrina Emergency Management Refrom Act)에 따라 연방재난 관리청에서 국가의 포괄적인 비상 관리(Comprehensive Emergency Management, CEM)를 전담하며 필요에 따라 상위기관인 국토안보부의 자료를 이용할 수 있으며 각 주에 지역 자문위원회를 둘 수 있는 등 재난관리에 대한 권한이 더 많아졌다. 또 국가대비부(National Preparedness Directorate)를 연방재난 관리청으로 이전하였으며 국가대비가이드라인(National Preparedness Guidelines)을 출간하였다. 국가대비가이드라인은 1500명이 넘는 공무원들과 120개가 넘는 국가 기관들이 개발에 참여하였으며, 허리케인 카트리나의 교훈과 2006년 주와 주요도시들의 긴급대응 및 대피계획에 대한 검토내용이 포함되어 있다.

12) 국립방재교육연구원 방재연구소. 해일 위험지역에 대한 대피시스템의 정량적 기준방안 연구. 2009.12



[5-1] 미국의 국가 준비 태세 가이드라인(National Preparedness System)

자료: National Preparedness Guidelines, September 2007

국가대비가이드라인의 목적은 연방, 주, 지역, 부족, 영토 등을 포함한 국가적 대비역량을 강화하기 위한 노력을 조직화하고, 일치시키기 위한 것을 지역협력 확장, NIMS(National Incident Management System)와 NRP(National Response Plan), NIPP(National Infrastructure Protection Plan)등의 실행을 포함한다. 또 2006년부터 천오백만 불을 들여 NPS(National Preparedness System)운영하였다. NPS는 관할권자의 능력을 평가하여 계획, 조직, 훈련 등에 도움을 주기위한 웹 베이스 인포메이션 시스템이고 10개 주에 테스트되었지만 너무 많은 시간이 드는 데다 의미 있는 데이터들을 생산하지 못해서 2008년 중단되었다.

2) 주민의식개선 프로그램

한편 주민의식개선을 위한 프로그램과 재난상황 및 재난발생시 어떻게

대처 해야하는지를 소개하는 브로슈어도 만들어 배포하고 있으며 특히 인터넷을 통해 최신정보에 대한 자세한 설명을 해놓고 있다.



[5-2] National Hurricane Preparedness Week

자료: 국립해양대기청(<http://www.noaa.gov>)

허리케인 카트리나 당시 문제가 되었던 소외계층의 대피문제를 개선하고 대중교통을 이용한 대비방안을 마련하기 위해 미국 연방대중교통국에서는 2008년 특별 보고서를 발표하였다. 이 보고서에서는 주민대피에 있어 첫 번째로 책임이 있는 지방정부의 책임자는 경찰, 소방, 응급센터들을 이용해 초기 대응을 잘해야 하며, 헬리콥터나 구조선 등이 필요한 큰 재난일 때 연방정부의 도움을 요청해야 한다고 주장했다. 평소에 대중교통 책임자들을 설득해야 하며 주된 대상은 자신의 힘으로 대피하기 힘든 사람들이 되어야 한다고 말했다.

2. 유럽 국가들의 기후변화 적응 전략

유럽 국가들은 기후변화 적응 정책을 적극적으로 만들고 진행 되어 왔다. 왜냐하면 북극과 가깝고 네덜란드, 영국 등의 저지대 지역이 많고, 예전부터 해안가를 중심으로 사업 및 문화 도시가 발전 하면서 지금도 많은 사람들이 살고 있는 지역이기 때문에 유럽 국가는 오래전부터 그들

나름대로의 기후변화 적응 대책을 세웠으며, 최근에는 좀더 체계적인 프로그램으로 대응전략을 만들어 가고 있다. 유럽 국가들의 적응전략 수립 현황 및 특징은 다음과 같다.

[5-1] 적응전략의 수립 현황(유럽)

국가	국가 적응전략	연도	국가 적응전략 수립의 책임
덴마크	덴마크 기후변화 적응전략 (Dsnish Ener)	2008	환경부, 2008년에 기후와 에너지 관련 부처로 이동
핀란드	핀란드 기후변화 적응을 위한 국가전략(Marttila et al., 2005)	2005	농업 및 임업 관련 부처의 국가 적응전략수립의 위한 워킹그룹
프랑스	국가 기후변화 적응전략 (ONERC, 2007)	2007	기후 위험의 효과를 위한 국립전문대(ONERC)
독일	독일의 기후변화 적응전략 (BMU, 2008)	2008	연방환경기관에 의해 지원되는 환경부
헝가리	Nemzeti Éleghajlatvédelmi Stratégia	2008	연구에 포함되지 않음
네델란드	Maak ruimte voor klimaat!	2007	기후변화 적응 계획 프로그램
루마니아	기후변화 영향의 적응에 대한 안내서	2008	연구에 포함되지 않음
스페인	국가 기후변화 적응을 위한 계획 (PNACC, 2006)	2006	환경부: 기후변화를 위한 국가 기관
영국	영국의 기후변화에 대한 적응·활동을 위한 프레임워크(DEFRA, 2008)	2008	농업, 환경, 식품을 위한 부서 (DEFRA)

자료: G. Robbert Biesbroek et al.(2010).

"Europe adapts to climate change: Comparing National Adaptation Strategies". Global Environmental Change, 20: 440-450

[5-2] 적응대책의 특징(유럽)

구분	국가	적응대책의 특징(유럽)
국가 적응 전략의 도입	스페인	완화와 함께 종합적인 취약성 평가와 통합: 국가차원 및 자치 구역에서의 조직화가 주요 과제임
	프랑스	보안, 보건, 형평성, 비용과 자연유산에 초점: 주요 과제는 책임/권한의 명확성과 금융의 적응임
	독일	종합적인 과학에 기반을 둔 접근방식, 적응옵션들과 취약성에 대한 상세해석(구체적인 분석): 국제적, 지역적인 또는 특정 지방적인 수준에서 수행계획, 모니터링 및 재검토, 실질적인 과학적인 정책적 인터페이스를 다룸
	덴마크	기후변화에 취약한 이해관계자들과 지자체에 의해 이행되는 '자치적인 적응'을 강조하는 전략을 채택: 정부의 역할은 이행과 관련된 정보를 제공하는 것으로 여겨지며, 다양한 조율 단체가 존재함
	영국	많은 부분에 있어서 선도적인 국가로 손꼽힘: 강한 과학기술적 지원과 법적 기반과 실행 그리고 사후검토에 이르기까지 종합적인 접근을 채택함
	핀란드	국가 기후변화 적응전략과 관련 연구 프로그램을 개발한 첫 번째 EU국가임: 종합적인 접근방법을 채택 중이며 지역과 지자체의 활동을 연결짓는 것이 과제임
	네덜란드	적극적인 과학적 지원이 존재하고 부문간의 교차적 및 다차원적 소통을 선도하며, 주로 물과 공간 계획에 초점을 두고 있음: 기회에 초점을 맞춤
국가 적응 전략의 개발 /준비	포르투갈	물, 화재, 관광 분야에 초점이 맞춰져 있음: 민간 부문의 컨설팅턴트가 국가 정책개발 작성을 지원 중: 부문별로 접근하며 높은 대중의 참여율을 보임
	라트비아	국가전략의 개발을 지원하는 분야별 기후변화 적응정책을 만든 경험이 있음: 농업, 해안관리, 삼림 및 수자원 정책에 초점이 맞춰져 있음

자료: Rob Swart et al.(2009).

3. 영국 기후영향 프로그램의 적응대책 가이드라인

영국의 기후영향 적응 대책 가이드라인은 도시의 인프라 시설등의 설치 및 관리 등에 관한 내용을 담고 있으며, 영국 기후영향 프로그램

(UKCIP)은 지방정부가 주요 서비스와 인프라를 기후변화의 영향에 대비하는 데에 실질적인 도움을 줄 수 있는 적응대책 가이드라인을 작성하였다.¹³⁾

[5-3] 영국의 기후변화 적응 대책 계획

지방정부 서비스	기후변화의 잠재적 영향	가능한 적응방안의 예
계획		
미래 계획과 개발	범람원과 해변의 홍수/침수 위험	미래홍수와 해안 침수 경향을 염두에 둔 계획 수립
		다양한 홍수와 해안 관리를 고려한 적절하고 지속가능한 방어와 고위험 지역 개발 제한(환경 부처와 함께)
		개발지 내 물 흡수를 위한 경관 특성을 조화시키기
	고온의 건조한 여름은 수자원에 더 많은 압력을 가함	신 개발시 수자원의 수요공급 잠재량을 고려
	좋아진 여름 기후는 외부 생활에 더 큰 잠재력 부여	여가 수요의 변화에 부응할 수 있는 전략과 지역 계획을 고려
응급계획	홍수와 혹독한 날씨의 위험 증가	위험의 증가에 부응하는 응급 상황 광정과 장비를 확보
건축		
주거	고온 건조한 여름에 토양이 수축하면서 함몰 위험이 증가함	기존주거 스톡의 예방적, 복구를 위한 유지관리 계획
	범람원이나 해안가에 위피한 가옥의 높은 위험	위험지역에 새로운 주거 개발을 제한하고, 홍수 방지 수단이나 현재의 재산을 지키기 위한 지속 가능한 방어수단
	기온 상승은 주거 공간 환경에 영향을 줌	자재의 열적 특성을 활용하여 냉방과 에너지 효율적인 시스템으로 개선
공공건물 관리	기온 상승은 열적 안전성에 영향	에너지 효율적인 난방/환기 시설로 리모델링하거나 업그레이드
	더 습해진 겨울은 안개, 김 서림과 곰팡이의 원인이 됨	날씨에 견딜 수 있는 시스템으로 개선하고 내부 환경을 관리

13) UKCIP에서 2003년 발간한 “Climate change and local communities-How prepared are you?”에 기반하여 작성됨.

	범람원과 해안가에 위치한 빌딩에 더 높은 위험	홍수 대비책이나 이주를 고려
건물 제어	더 건조해진 여름은 기반 침하의 위험을 증가시킴	기반이 견딜 수 있도록 정밀조사와 절차의 변화를 고려
	더 습해진 겨울과 혹독한 날씨로 김서림 증가	습한 환경을 위한 수단을 포함하는 절차 개선을 고려
건축 설계 서비스/건축	(위와 같은 이유로)기후변화는 미래의 디자인에 영향을 미침	건축환경 디자인을 재고하고, 적합한 방법으로 수정
		냉방을 개선하기 위해 자재의 열적 성질을 활용
		우묵한 창, 지붕 내물림과 그늘을 활용하여 태양열 난방을 줄일 것
교통과 도로		
교통 계획	습해진 겨울과 혹독한 날씨로 인한 홍수 붕괴 위험의 증가	홍수 방지 계획을 세우거나 인프라의 위치 재선 정하기, 붕괴를 최소화하기 위한 방안 마련
	기온 상승은 업무 방해와 여행하는 시민의 열 스트레스 초래	노출된 장소를 피하고 그늘지고 시원한 대기 장소 제공
도로 유지	강우 강도의 증가는 독과 다리의 교각에 영향을 주며 더 많은 쓰레기를 배수구로 내려보냄	모니터링을 늘리고 독과 다리 교각의 유지관리, 배수구 청소
	더 건조해진 여름으로 도로 함몰 위험 증가, 고온으로 도로 표면에 피해를 입힐 위험 증가	도로 구조 설계 재검토, 현재 있는 도로 보수
	범람원과 해변가에 위치한 도로의 높은 위험	홍수에 견딜 수 있는 도로 건설, 전략적으로 중요한 도로 재배치
	도로변 작물재배 기간과 성장 속도의 증가	경관 계획에서 늦게 자라는 식물을 심고 잔디 깎기와 잡초 다듬는 일정을 조정
	서리의 위험이 감소-온난한 겨울	도로 염화칼슘 뿌리기 수요의 감소
환경 서비스와 인식		
녹지 관리	성장속도의 증가로 연중 내내 초목 유지	변화에 부응하여 자원과 유지관리 일정을 조정할 것
	건조한 여름과 습한 겨울로 인한 나무와 관목의 손실	미래의 환경에 적응할 수 있는 나무와 관목
	기후변화는 자연환경에 영향을 줌	자연적인 이주를 위한야생 동물의 통로 계획
하천 관리	습한 겨울과 강우 강도의 증가는 지역 수해를 증가시킴	장애물 제거를 위해 수로와 마른 계곡을 청소

지역사회의 인식	지역사회에 대한 기후변화 영향 증가	인식 증대를 위한 정보와 조언을 제공
산업자원	기후변화는 시장의 변화를 가져옴-관광과 농업, 새로운 상품에 대한 수요 등	시장에 적응할 수 있도록 산업 장려

자료: UKCIP(2003)에서 변용 UKCIP, 2003a, "climate adaptation: Risk, Uncertainty and Decision-making", Willows, R. I. and R. K. Cornell eds, UKCIP Technical Report, Oxford.

1) 기후변화가 지역에 미치는 영향¹⁴⁾

아래의 질문에 하나라도 ‘예’라는 대답이 있으면 기후변화로 인해 문제가 악화되거나 새로운 문제를 유발할 위험이 있다는 것을 의미하므로 기후변화를 고려한 계획과 적응방안을 통해 문제에 적극적으로 대응해야 할 필요성이 있는 우선순위 군에 포함시킨다.

- 건물이나 기반시설이 50년 후에도 안전하기를 기대하는가?
- 50년의 지속성을 지닌 신축 건물이나 인프라를 계획하고 있는가?
- 거리나 건물이 여름철에 뜨거워져서 불편을 초래하는가?
- 지역에 강, 운하, 해변이 있는가?
- 지역에 관리가 필요한 자연 생태시스템, 공원, 정원이 있는가?
- 비상사태 지원 서비스를 관리하고 있는가?
- 도로가 홍수나 산사태, 폭설, 바람의 위험에 노출되어 있는가?
- 해당 지역에 물 공급으로 인한 경쟁 또는 수질 문제가 있는가?

이러한 질문은 우리나라를 대상으로 적용했을 때 대부분의 지역은 기후변화에 따른 영향이 미치는 곳일 것이다. 특히 해운대 마린시티는 바다와 인접해 있고 바람과 월파, 폭우에 대한 위험이 많으며, 마린시티의 건물들은 초고층 건물 밀집지역으로 여름에는 마린시티내에 폭염에 대한 대비가 미비하며, 특히 전면 커튼 월로 만들어진 현대아이파크와 두산위

14) 채여라 외1명. 기후변화 적응대책 우선순위 평가 방법론 분석. 한국환경정책·평가연구원. p35

브더제니스는 햇빛의 반사광등에 의해 주변 사람들에게 더 많은 피해를 준다. 그리고 기후변화로 인해 태풍 강도가 점점 커져 가고 있으며, 그와 함께 해수면 상승의 모습은 마린시티가 앞으로 50년 후에도 안전 한다고 확신 하다고 할 수는 없는 현실이다.



5. 캐나다: 브리티시컬럼비아주 연안지역 토지이용관리¹⁵⁾

캐나다 연안지역 토지이용관리 계획은 폭풍해일과 해수면 상승에 대비한 도시계획 정비로써, 현재 연안에 위치한 마린시티 뿐만 아닌, 다른 연안도시 관리 지역에 관한 토지용 계획으로 참고할 만한 사례로 볼 수 있다.

1) 기후변화의 영향

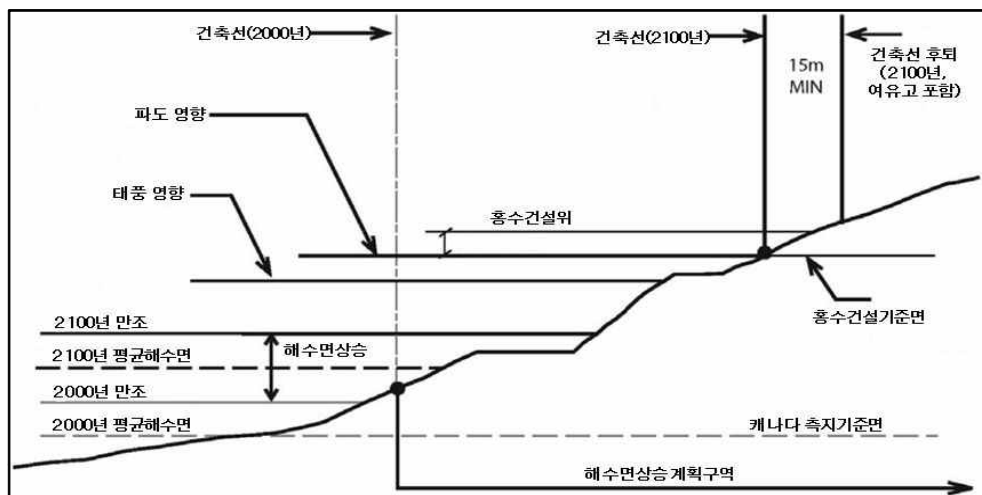
- (1) 폭풍해일과 해수면 상승은 연안 저지대의 인명과 재산에 심각한 위협을 줄 수 있으므로 합리적인 미래 토지이용 계획 수립 등 사전 예방대책을 마련한다.

2) 적응대책 내용

- (1) 연안침수 위험에 노출된 지역의 토지이용관리, 건축물 높이 등 토지이용 가이드라인을 수립한다.
- (2) 해수면 상승을 고려해 단기적으로 토지이용 및 구조물에 대한 적절한 안전대책을 수립하고 장기적으로 해당 부지와 구조물 이전 등의 방안을 고려한다.

- 3) 법·조례 제정을 통해 2000년 건축선을 2100년 해수면 상승과 여유고를 고려해 안전지역으로 후퇴한다.

15) 최도석. 기후변화에 따른 부산지역 자연재해 방재대책에 관한 연구. 2012. 부산발전연구원



[5-3] 캐나다의 건축선과 건축선 후퇴의 정의

5. 일본의 해양재해 방재대책 사례16)

1) 일본의 연안방재대책 기본방향

일본의 연안방재대책의 수립방향은 인간활동을 위한 지역사회의 주민의 생명, 재산, 지역 경제의 손실을 최소화하는 것을 중점 목표로 설정하여 재산보호를 위한 시설중심의 구조적 대책(Hardware적 대책)과 인명보호를 위한 비구조적대책(Software적 대책)을 연계하여 이들 시스템을 통합하는 형태의 방재시스템 개발을 대책 수립의 기본 방향으로 설정해 놓고 있다.

빈번한 태풍의 내습과 더불어 증가하는 해양성 재해의 근원적인 방어를 위해 1999년 일본의 해안법 개정을 통하여 “방호(防護)개념”을 중점 항목으로 설정하되, 해안방재구조물의 시설물에 있어서도 평상시 이용과 환경을 배려하는 개념이 적극적으로 도입되는 신개념의 연안재해 방재대책을 수립하고 있다.

2) 일본의 해일피해 방지 구조적 대책/HARDWARE 적 대책 사례

16) 최도석. 기후변화에 따른 부산지역 자연재해 방재대책에 관한 연구. 2012. 부산발전연구원

(1) 나고야항의 해일방재시설 사례

伊勢灣태풍(1959년)에 의한 재해이후 해일과 고파랑을 동시에 저감하기 위해 나고야 항만공항정비사무소에서는 항외곽에 인공매립지를 조성하고, 고조방파제를 건설하여((+6.5, 7,593km) 항만의 보호(해일고 50cm 저감) 및 해양공원을 조성하고, 해일 내습시를 대비하여 부유식 재해대책본부를 진수하여 유사시를 대비하고 있으며 64개의 방조문과 24km의 방조벽을 설치하였다. 또한 수문과 배수펌프장을 설치하여 62톤/초의 배수능력을 확보하고 있다.

(1) 오사카항의 해일대책 사례

오사카항의 폭풍해일 및 쓰나미 대책을 오사카 지역의 지반침하와 자연환경 지반환경을 종합적으로 고려하여 방재대책을 수립하여 시행, 하천범람을 대비하기 위하여 방조수문과 배수펌프장을 건설하여 하천관리를 진행하고 있으며, 도시의 발전과 배수용량의 증가에 따라 지속적인 배수대책을 수립, 시행하고 있다. 또한 오사카 해안에 360개의 수문, 내륙에 460개의 수문을 갖추고 해일 방재에 대한 사전대비를 철저히 시행하고 있다.

3) 일본의 해일 피해 방지 구조적 대책 사례

Software적 대책이라고 할 수 있는 비구조적 대책은 대피의 중요성, 방재지도(Hazard Map) 및 방재예보/경보체제 등으로 구분할 수 있으며, 최근에는 이들 요소들을 시스템화하여 해양성재해 대비시스템(자동통제 및 모니터링 시스템), 해양성재해의 예보기술(실시간 기상정보의 네트워크) 및 인력양성 및 교육활동(정기적인 시민홍보 및 교육, 상설교육소 운영) 등의 대책을 추진하고 있다. 현재 일본에서 시행중인 해일 방재에 대한 비구조적 대책을 소개하면 다음과 같다.

(1) 방재지도(Hazard Map)

해일피해에 대비하여 사전에 주민에게 지역의 침수위험도를 파악할 수 있도록 하여 어떠한 경우에도 산속에서 대피가 가능할 수 있도록 하기 위해서 침수예측 지역, 침수수심, 대피소 및 대피경로 등을 상세히 담은 방재지도를 작성한다. 이러한 방재지도는 평상시에는 방재교육에 활용하고, 실제 해일발생 때에는 대피에 적극 활용하게 된다.

(2) 자동원격통제 및 모니터링 시스템

일본 오사카시와 나고야 시에서는 막대한 예산과 시간이 소요됨에도 불구하고 해양성 재해에 대한 자동통제 원격제어 시스템 및 모니터링 시스템을 설치/운영 하고 있으며, 특히 오사카항의 경우 원격 모니터링 및 자동화된 연락기능이 추가되어 유사시에 대비하고 있다.

(3) 실시간 기상정보의 네트워크

일본의 실시간 기상정보 네트워크 및 수위 예보시스템은 재해현장의 변화에 능동적으로 대응할 수 있으며, 전국 공공기관에 설치된 이러한 기상정보 네트워크는 현장관리자 및 지역주민에게 신속하고 중요한 정보를 제공하고 있다.

(4) 방재관련 시민홍보 및 교육, 상설교육소 운영

지속적이고 반복적인 대 시민 홍보 및 교육은 상설기관을 통해서 진행되고 있으며, 방재 전문가 양성 및 교육시스템은 장기적이며, 효율적인 재해관리의 핵심이 되고 있다.

4) 일본의 친환경 폭풍해일피해 방지대책사업 사례

(1) 馬堀(Mabori) 海岸의 침수피해

일본 관동지방 요코스카市에 위치한 마보리 해안은 지난 1996년, 1997

년에 걸쳐 연속적인 해안지역 침수피해로 많은 인명과 재산피해가 발생하였다. 이 침수피해는 1997년 9월 22일에 풍속 25~35m/sec의 강풍과 최고조위가 DL + 1.6m 및 파고 3.51m(추정치)로 발생한 폭풍해일로 인하여 연안지역의 침수면적은 약 70ha에 달하였다.

(2) 복구사업 개요

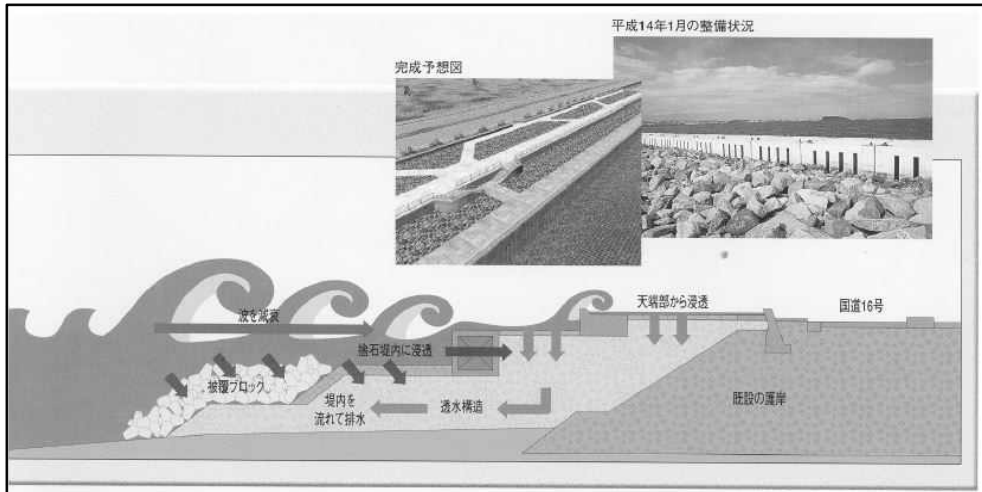
일본 關東지방정비국 요코스카 항만사무소는 馬堀(Mabori) 海岸의 종합적인 폭풍해일 방지대책 사업을 추진하고 있다. 이사업은 폭풍해일 방지대책을위한 호안건설(L=1,650m, 매립 폭B=45m(친수호안25m, 수중 20m))과 친수공간의 건설을 주요사업내용으로 하고 있으며, 총공사비는 120억엔(730만엔/m당)으로 2000년에 착공하여 2006년에 완공한 바 있다.



[5-4] 堀(Mabori)호안전경



[그림 5-5] 배수투수층 사석



[5-6] 일본 요코스카시 친환경 폭풍해일 방재호안

조감도

출처: 부산발전연구원, 부산광역시 기후변화 적응대책 세부시행계획, 2012.2

(3) 복구사업 특징

본 사업의 특징은 호안건설시 폭풍해일 월파시 기초사석을 통하여 배수될 수 있는 유수지를 조성하는 것과 친수공간의 확보라는 측면을 들 수 있다. 특히 馬堀(Mabori) 海岸지역은 약 20m 도로를 사이에 두고 주택이 밀집되어 있어 인근 주민의 친수공간 조성 및 월파된 해수가 투수층을 통하여 다시 바다로 흘러갈 수 있도록 설계되었다.

5.1.2. 국내사례

1. 우리나라 방재정책 현황 및 개선방향¹⁷⁾

재해/재난 관련 정책들은 예방(mitigation), 대비(preparedness), 대응(response

), 복구(recovery)의 4단계에서 다양하게 이루어진다. 풍수해와 관련하여 위의 4단계에 걸쳐 영향을 발휘할 수 있는 현재 법제도는 [표 5-4]와 같다.

[5-4] 우리나라의 방재정책

법령명	법령종류 (소관부처)	관련 계획/단계
재난및안전관리기본법	법률(행정안전부)	-국가안전관리기본계획 -국가안전관리 집행계획 -지방 안전관리계획 -전단계
재난 및 안전관리 기본법 시행령	대통령령(행정안전부)	-전단계
재난 및 안전관리 기본법 시행규칙	행정안전부령(행정안전부)	-전단계
재난구호 미 재난복구비용 부담기준 등에 관한 규정	대통령령(소방방재청)	-재난 및 안전관리 기본법의 제66조 규정의 필요한 사항 규정이 목적 -대응, 복구
재난구호 및 재난복구비용 부담기준 등에 관한 기준	행정자치부령(소방방재청)	-위의 규정을 바탕으로 기타 시도, 시군구의 부담금 기준을 규정하기 위한 목표 -대응, 복구
재해구호법	법률(소방방재청)	-대응, 복구
재해구호법 시행령	대통령령(소방방재청)	-대응, 복구
재해구호법 시행규칙	행정자치부령(소방방재청)	-대응, 복구

17) 강정은 외. 기후변화 적응형 도시 리뉴얼 전략 수립:그린인프라의 방재효과 및 적용방안. 한국환경정책 평가연구원. p29

자연재해대책법	법률(소방방재청)	-풍수해저감종합계획 -풍수해저감사업 시행계획 -전단계
자연재해대책법 시행령	대통령령(소방방재청)	-전단계
자연재해대책법 시행규칙	행정안전부령(소방방재청)	-전단계
재해위험 개선사업 및 이주대책에 관한 특별법	법률(소방방재청)	-예방
재해위험 개선사업 이주대책에 관한 특별법 시행령	대통령령(소방방재청)	-예방
재해위험 개선사업 및 이주대책에 관한 특별법 시행규칙	행정자치부령(소방방재청)	-예방

「재난 및 안전관리 기본법」은 우리나라의 재해/재난 관련 가장 기본 법으로 자연재난 뿐 아니라 인적재난, 국가기반시설 재난에 관한 예방·대비·대응·복구 전반에 관한 사항을 규정하기 위해 제정되었다. 이 법을 기본으로 자연재난뿐 아니라 모든 안전관련 사항과 대응을 위한 행정체계를 규정하고 있다. 「재난 및 안전관리 기본법」을 기본으로 5년마다 “국가안전관리기본계획”과 이에 따른 “국가안전관리집행계획”을 수립하게 되어 있으며 시도 및 시군구에서는 매년 “지방안전관리기본계획”을 수립해야 한다. “국가안전관리기본계획”은 국가 재난 및 안전관리의 기본방향뿐 아니라 각종 재난재해에 대한 대책을 포함하고 있는 최상위계획이다. 재난 및 안전관리대책은 크게 재난관리 대책, 국가기본체계보호 대책, 안전관리대책으로 구분되며 이중 자연재해와 관련된 대책들은 풍수해대책(설해·해일), 낙뢰대책, 가뭄대책, 지진대책, 황사대책, 적조대책 등이 포함되어 있다.

2010년 수립된 “국가안전관리기본계획” 내 풍수해 분야의 주요 대책들은 주로 하천관리, 취약시설물 관리, 교육, 예·경보, 복구 등의 전통적 방재대책의 내용을 포함하고 있으며 풍수해 보험제도 활성화와 국제사

회와의 협력강화는 비교적 최근에 강조되고 있는 내용이다. 이 계획에 따르면 4대강 살리기에 대략 17조원 가량이 투입될 예정이며 나머지 사업들 중 재해위험지구 정비에 5년 동안 1조 9천억원 가량, 소하천 정비에 1조5천억원 가량이 투입될 예정이며 나머지 국립방재연구원 운영에 100억원, 자연재해저감기술 개발에 330억원, 우수저류시설 설치에 약 2,000억원 정도가 5년 동안 사용될 예정이다.

2. 부산 및 해운대구 방재대책 현황

1) 부산시 방재 시스템 및 기후변화 적응 대책 세부시행 계획

(1) 부산시 풍수해에 따른 안전사항 및 방재 대책

[5-5] 부산시 풍수해에 따른 안전사항 및 방재 대책

항목	내용
해일	<ul style="list-style-type: none"> · TV나 라디오를 통한 기상상황이나 해일경보 등을 주의 깊게 들읍시다. · 해안저지대 주민은 비상상황 발생 시를 대비하여 대피장소 및 대피방법을 미리 알아둡시다. · 해안에서 진동을 느꼈을 경우나 지진해일 경보를 들었을 경우 즉시 높은 곳으로 대피합시다. · 지진해일시 먼 바다에서 조업 중인 선박은 귀항하지 말고 대기하며, 항구에 있는 선박도 먼 바다로 안전하게 대피합시다. · 물이나 전기가 끊기는 것에 대비하여 마실 물, 식료품, 손전등, 라디오 등을 준비합시다. · 대피에 대비하여 비상 소지품을 챙겨둡시다. · 집 주변에 있는 물건을 치우거나 고정시켜 둡시다. · 현관문턱, 개구멍 등 물이 들어 올 수 있는 곳을 막아둡시다. · 집 주변 하수구가 흙이나 쓰레기로 막혀있는지 확인하고 제거합시다. · 방이나 거실의 침수에 대비하여 중요한 물건은 높은 곳으로 옮깁시다. · 외출을 하지 맙시다. · 한 번이라도 해일피해 경험이 있었던 지역 주민들은 만일의 사태를 대비해 간단히 짐을 싸두고 피난대피시설을 확인합시다.
지진해일 (해안가에서는)	<ul style="list-style-type: none"> · 지진해일 특보 등으로 지진해일 내습이 확인되면 모든 수단을 동원하여 서로에게 알리도록 합니다. · 일본 서해안에서 지진 발생 후 우리나라 동해안에는 약 1~2시간 이내에 지

	<p>진해일이 도달하므로 해안가에서는 작업을 중단하고, 위험물(부유 가능한 물건, 충돌 때 충격이 큰 물건, 유류 등)을 이동시키며, 신속히 고지대로 대피하도록 합니다.</p> <p>·항 내 선박은 움직이지 않도록 고정하거나 가능한 한 항 외로 이동시키고, 기상특보를 경청하며 지시에 따르도록 합니다.</p> <p>·해안가에 있을 때 강한 지진동을 느꼈을 경우는 국지적인 해일의 발생 가능성이 있고, 약 2~3분 이내에 해일이 내습할 수 있으므로 지진해일 특보가 발효되지 않았더라도 신속히 고지대로 이동하도록 합니다.</p>
지진해일 일반 상식	<p>※ 해안가 주민들은 항시 지진해일에 대한 관심을 뒤야 하고, 현상을 잘 이해하는 것이 바람직하다.</p> <p>·일반적으로 일본 서해안의 지진대에서 규모 7.0 이상의 지진이 보고되면, 약 1~2시간 후 동해안에 지진해일이 도달하게 된다.</p> <p>·지진해일 도달 가능 영역은 동해안 전역이고, 파고 3~4m 정도의 지진해일이 내습할 수 있다.</p> <p>·지진해일은 물이 빠지는 것으로 시작되는 경우도 있고, 이때 항 바닥이 드러나기도 한다.</p> <p>·지진해일은 일반적으로 여러 번 도달하는데 제 1파보다 2, 3파의 크기가 더 큰 경우도 있고, 지진해일에 의한 해면의 진동은 10시간 이상 지속되기도 한다.</p> <p>·지진해일 내습 속도는 사람의 움직임보다 빠르고, 그 힘이 강력하여 약 30cm 정도의 해일파고라도 성인이 걷기 어려우며, 약 1m 정도의 해일이라면 건물이 파괴될 수 있으며, 이 때문에 인명피해가 발생할 우려가 크다.</p> <p>·해안가의 선박 등 다른 물건들이 지진해일에 의해 육지로 운반되어 주택에 충돌하는 때도 있고, 이러한 물체들이 유류 탱크 등에 충돌하여 화재가 발생할 수도 있다.</p> <p>·지진해일은 바다로 통해 있는 하천을 따라 역상하기도 한다.</p>
태풍 (해안지역)	<p>·저지대·상습침수지역에 거주하고 계신 주민은 대피를 준비합니다.</p> <p>·침수가 예상되는 건물의 지하공간에는 주차를 하지 마시고, 지하에 거주하고 계신 주민은 대피합니다.</p> <p>·전신주, 가로등, 신호등을 손으로 만지거나 가까이 가지 않습니다.</p> <p>·집 안팎의 전기수리를 하지 않습니다.</p> <p>·공사장 근처는 위험하오니 가까이 가지 않습니다.</p> <p>·해안도로를 운전하지 않습니다.</p> <p>·천둥·번개가 칠 경우 건물 안이나 낮은 곳으로 대피합니다.</p> <p>·간판, 창문 등 날아갈 위험이 있는 물건은 단단히 고정합니다.</p> <p>·송전철탑이 넘어졌을 때는 119나 시·군·구청 또는 한전에 즉시 연락합니다.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> ·집안의 창문이나 출입문을 잠가 둡시다. ·노약자나 어린이는 집 밖으로 나가지 맙시다. ·라디오, TV, 인터넷을 통해 기상예보 및 태풍상황을 잘 알아 둡시다. ·바닷가 근처나 저지대에 계신 주민은 대피 준비를 합시다. ·어업활동이나 선박을 묶는 행위를 하지 맙시다. ·어로시설을 철거하거나 고정하는 행위를 하지 맙시다. ·해수욕장 이용은 하지 맙시다.저지대·상습침수지역에 거주하고 계신 주민은 대피를 준비합시다. ·침수가 예상되는 건물의 지하공간에는 주차를 하지 마시고, 지하에 거주하고 계신 주민은 대피합시다. ·전신주, 가로등, 신호등을 손으로 만지거나 가까이 가지 맙시다. ·집 안팎의 전기수리를 하지 맙시다. ·공사장 근처는 위험하오니 가까이 가지 맙시다. ·해안도로를 운전하지 맙시다. ·천동·번개가 칠 경우 건물 안이나 낮은 곳으로 대피합시다. ·간판, 창문 등 날아갈 위험이 있는 물건은 단단히 고정합시다. ·송전철탑이 넘어졌을 때는 119나 시·군·구청 또는 한전에 즉시 연락합시다. ·집안의 창문이나 출입문을 잠가 둡시다. ·노약자나 어린이는 집 밖으로 나가지 맙시다. ·라디오, TV, 인터넷을 통해 기상예보 및 태풍상황을 잘 알아 둡시다. ·바닷가 근처나 저지대에 계신 주민은 대피 준비를 합시다. ·어업활동이나 선박을 묶는 행위를 하지 맙시다. ·어로시설을 철거하거나 고정하는 행위를 하지 맙시다. ·해수욕장 이용은 하지 맙시다.
태풍 (태풍이 지나간 후에는)	<ul style="list-style-type: none"> ·파손된 상하수도나 도로가 있다면 시·군·구청이나 읍·면·동사무소에 연락합시다. ·비상 식수가 떨어졌더라도 아무 물을 먹지 마시시고 물은 꼭 끓여 드십시오. ·침수된 집안은 가스가 차 있을 수 있으니 환기시킨 후 들어가고 전기, 가스, 수도시설은 손대지 마시고 전문 업체에 연락하여 사용합시다. ·사유시설 등에 대한 보수·복구 시에는 반드시 사진을 찍어 두십시오. ·제방이 붕괴될 수 있으니 제방 근처에 가지 맙시다. ·감전의 위험이 있으니 바닥에 떨어진 전선 근처에 가지 맙시다.

(2) 부산시 방재 시스템



[5-7] 부산 U 방재 시스템도

부산시는 살기좋은 안전한 도시 구현으로 u 방재 이용 시스템을 만들었다.

내용으로는 지진해일 정보시스템, 홍수 방재 시스템, 통합경보발령시스템 구축, 사이버 자연재해 센터 등이다.

(3) 기후변화 적응 대책 세부시행 계획

부산시는 기후변화 적응대책 세부시행 계획을 세워 진행을 하고 있는데,

기후변화에 따른 건각, 재난/재해, 농업·산림, 해양 등의 분야별 목표를 가지고 있다. 그 중 해양 분야의 목표는 ‘연안에서의 생태계 보전과 도시 개발이 지속가능한 도시’¹⁸⁾ 라는 주제로

- 기후변화에 선제적인 대응으로 연안재해 취약성 실태조사 및 평가

18) 부산발전연구원. 부산광역시 기후변화 적응 대책 세부시행계획. 2012.2

체계와 구·군별 맞춤형 적응전략수립을 통한 취약 계층 보호 및 안전하고 쾌적한 연안공간 창출 하고 관리한다.

- 해수면 상승에 대비하여 해안침식 방지 및 연안침수·범람 지역의 재해경감 대책을 수립하여 연안회복 탄력성 향상 및 연안녹색성장의 지속적 추진한다.

- 연안구조물 모니터링 및 안전성 평가·예측 시스템 개발을 통한 해양재해 요소의 효과적 관측한다.

- 기후변화에 따른 연안 외력변화에 능동적으로 대처하여 연안시설물 재해경감과 연안 방재 대응 전략 수립을 통한 부산 연안시설 및 구조물의 안전성 확보와 지속가능한 물류산업발전을 도모한다.

- 연안재해 긴급복구 지원시스템 구축을 통해 인명과 재산을 보호하고 국가 재난관리 자원을 효과적이고 체계적인 관리 및 운용지원 한다.

주된 과제로는

가. 연안재해 취약성 실태조사 및 평가기법 개발

나. 해안침식·퇴적환경조사 및 해변유실방지대책 수립

다. 해수범람에 의한 연안침수지역 보강 및 관리체계 구축

라. 연안구조물 재해요소 관측시스템 구축

마. 연안구조물 안전성 평가·예측 시스템 개발

바. 설계외력변화에 대응한 웹기반 연안방재 예측시스템 개발

사. 연안시설물 설계기준강화 및 방재구조물 보강

아. 연안재해 긴급복구 지원 및 대응시스템 구축

등이 있다.

3. 우리나라의 자연재해 방재정책 문제점¹⁹⁾

1) 자연재해 사전예방정책 미흡

태풍, 홍수, 집중홍수, 해일 등 다양한 유형의 재해가 발생함에 따라 인명 및 재산피해가 매년 반복되고 있어 정부에서는 이에 대한 중장기적인 각종 제도개선과 함께 다양한 방재정책사업을 추진해 오고 있으나 현재로서는 재난 예측능력 부족, 방재시설 등 사전 예방투자는 미흡한 실정에 있다.

2) 재해예방 연구개발 투자 미흡

자연재해를 줄이기 위해서는 기후변화에 따른 극한기상의 조기 예측과 대응 능력을 향상시키는 것이 매우 중요하다. 그러나 우리나라는 기후변화 시나리오 관련 기상예측모델의 개발, 기상관측장비 개선, 입체적이고 상세한 기상관측망의 구축 등과 같은 우리나라의 지형에 부합되는 선진 기상예측체계 구축이 미흡한 실정에 있다. 물론 정부에서도 방재 관련 연구조직을 확대하고 연구개발에 많은 투자를 하고 있고, 특히 해일, 홍수 등과 수자원관리 분야는 과거 10년 동안 충분한 계산속도와 저장용량의 컴퓨터가 보편화되면서 지리정보시스템, 원격탐사, 사용자 인터페이스 등의 기술을 중심으로 수자원 관리를 위한 기법들이 획기적인 발전이 있었다. 그러나 우리나라는 아직까지는 이들 기술들의 통합분석 시스템으로 수자원 재해관리 문제를 해결한다는 것은 지금까지 기술적인 어려움으로 인하여 완벽한 통합시스템의 기술수준에 이르지 못하고, 특히 지상관측 자료 및 기상자료 입력 과정, 강우-유출 해석 및 홍수 예·계보시스템의 운영 효율을 향상시키기 위한 기상정보 시스템의 구축은 아직도 미비한 실정에 있다.

3) 체계적인 협력방재시스템 미흡

19) 최도석. 2012부산지역 자연재해 방재대책에 관한 연구. 부산발전연구원

우리나라는 선진국에 비하면 자연재해에 대한 대비, 대응 복구 및 사후 관리대책이 아직 세밀하고 체계적이지 못한 면이 있고, 특히 국가차원에서 자연재해 방재관련 다양한 제도가 추진되고 있으나, 현재로서는 재해가 발생하는 현장에서의 체계적이고 효율적인 대처에는 미흡한 실정에 있다. 대규모·복합재난에 대비한 중앙·지자체·NGO 등 인적·물적 자원 동원을 위한 범국가적 협력체계도 다소 미흡한 실정에 있다. 현행 안전기준은 개별 법령에 따라 달리 규정하고 있어 기업 등에 중복규제 및 안전관리 비효율성 초래, 경쟁력 약화 등의 원인이 되고 있다.

4) 각종 개발계획수립의 방재개념 부족

삼면이 바다에 접해있고, 국토공간구조상 산지가 약 70%인 우리나라는 태풍 또는 집중호우 등으로 인한 생활권 주변의 급경사지 붕괴, 산사태 발생 우려가 높아지고 있음에도 해안가의 아파트 건설, 산비탈의 주택단지 개발 등 각종 개발 사업시 방재분야 안전성에 대한 검토 없이 일반 개별법에 따른 허가남발로 자연재해의 위험과 함께 자연재해로 인한 피해가 끊임없이 발생하고 있다.

도시의 안전에 있어서 자연재해 대책이 그 무엇보다 중요한 요소임에도 불구하고, 우리나라 도시계획의 수립 또는 변경 시에는 방재에 대해 그다지 중요하게 취급하지 않고 있으며, 특히 ‘풍수해저감종합계획(자연재해대책법 제16조 제6항)’이 실제로 충분히 반영되지 않고 있는 현실이다. 특히 도심 산지의 경우 대부분 토심이 얇고 급경사지에 침엽수로 분포되어 있어 태풍 등으로 인한 집중호우 시 산사태 위험에 노출되어 있으나 아파트 단지 개발 등 도시 내 각종 개발사업 시 자연재해 방재분야 안전성에 대한 검토 없이 일반 개별법 허가로 인한 피해가 증가 하고 있다.

5) 해일 대피소 및 대피로 지정의 비효율성

해일 대피소는 임시대피가 필요한 관광객 등 많은 인원의 신속대피를 위하여 공원, 학교운동장 등을 임시대피소로 지정하고 대피소, 대피로 등에 대한 홍보를 하고 있다. 그러나 현재 해안지역에서의 대피소는 태풍에 의한 폭풍해일이나 지진해일 등의 해안범람, 지진등과 같은 재해에 구분 없이 거의 대부분은 학교를 중심으로 하고 있고, 대피소도 해안침수 예상높이보다 높은 안전지대를 선택해야 되지만 그 기준이 명확히 정해져 있지 않은 실정에 있다. 또한 해안침수발생시 대피지시 및 권고 등이 발령되었다 하더라도 고립예상지역이나 대피불가능지역이 발생할 수 있으나 이에 대한 구체적인 대피방안이 수립되어 있지 않은 상태이다.

6) 해일 대피지도 작성 및 배부의 비효율성

해일 발생시 대피지도는 자연재해 예상지구 단위별로 제작하도록 되어 있으며 지도에는 대피소, 대피로, 병원, 재해징후 판단요령, 비상시 연락처, 주민행동요령, 대피준비물, 대피 시 주의사항 등을 표기하도록 되어 있다. 그러나 대피지도 배부의 비효율성 뿐만 아니라 대피지도에서 가장 중요한 해안 침수예상지역 및 침수높이와 대피소 위치, 대피경로 등이 명확히 구분되기 어려우며 지역주민 뿐만 아니라 관광객 등 외지인에 대한 배려가 부족한 실정이다.

7) 재해지도 작성지도 등에 관한 지침 미흡

2006년 6월에 고시된 “재해지도 작성기준 등에 관한 지침(소방방재청 고시 제2006-6호)”은 재해지도라는 개념이 도입되어 침수예상지도 작성을 위한 지침으로 현재까지 사용되고 있으나 해안침수예상도의 경우 그 작성절차 및 상세내용이 너무 빈약하여 실제 지자체에서 해안범람예상지역에 대한 침수예상도를 작성할 때 명확한 기준을 제시하고 있지 못하고 있다.

실제 지자체에서 지침을 참고하여 해안침수예상도를 작성할 경우 통일된 해안침수예상도가 작성될 수 없는 상황이다. 또한 해안범람 및 침수피해를 유발시킬수 있는 자연현상들 중 특히, 폭풍해일과 지진해일일 중요시 되고 있으나 각 유형별 작성방향이 제시되고 있지 못하고, 개괄적인 설명만 되어 있는 상황이다.

8) 자연재해 대피지도 제작 및 배포 비효율성

해일 발생 시 필요한 대피지도에는 대피소, 대피로, 병원, 재해징후 판단요령, 비상시 연락처, 주민행동요령, 대피준비물, 대피 시 주의사항 등을 표기하도록 되어 있고, 대피지도는 해당지역주민, 마을회관, 관공서, 유관기관 등에 항시 피비 및 무상배부하고, 해수욕장 등 해일이나 집중호우에 의한 피해가 예상되는 지역은 관리사무소에서 무상배부하도록 되어 있다.

그러나 평상시 시민들의 대피지도에 대한 무관심 뿐만 아니라 정적 필요한 곳에서의 대피지도를 구하기 어렵고, 특히 대피지도에서 가장 중요한 해안침수예상 지역 및 침수높이와 대피소 위치, 대피경로 등이 명확히 구분되기 어려우며 지역주민 뿐만 아니라 관광객 등의 외지인에 대한 배려가 부족한 실정이다.

9) 대피소 및 대피로 지정의 비효율성

해일 대피소 지정기준은 이재민 수용시설 지정기준을 적용하도록 정해져 있고, 임시대피가 필요한 관광객 등 많은 인원의 신속대피를 위하여 공원, 학교운동장 등을 임시대피소로 지정하고 대피소, 대피로 등에 대한 홍보를 하도록 되어 있다. 그러나 현재 해안지역에서의 대피소는 태풍에 의한 폭풍해일이나 지진해일 등의 해안범람, 지진 등과 같은 재해에 구분없이 일반적인 이재민 수용시설을 기준으로 정해져 있으며, 해안침수

예상높이보다 높은 안전지대를 선택해야 되지만 그 기준이 명확히 정해져 있지 않은 실정에 있다. 또한 해안침수발생시 대피지시 및 권고 등 일령되었다 하더라도 고립예상지역이나 대피 불가능지역이 발생할 수 있을 수 있음에도 이에 대한 세밀하고도 구체적인 대피방안 수립되어 있지 않은 상태이다.

10) 공공시설 재해 복구사업 비효율성

우리나라의 자연재해복구는 재해발생 피해보고, 짧은 기한 내에 복구사업 신청서 작성 등의 과정과 함께 재해발생을 담당하는 공무원이 재해현장 방문, 서류작성 등의 복합적 업무에 매달리는 상황에서 정확한 복구비 산출이 현실적으로 어렵고, 물리적 시간상으로는 매우 비효율적이며 시행착오의 우려가 매우 높다.

이와 같이 우리나라의 자연재해복구체계는 피해조사, 복구계획수립, 복구비 지원, 복구공사 추진, 정산에 이르기까지 자연재해 발생으로 인한 복구계획수립의 처리시간이 절대적으로 부족하고, 지자체가 신청하는 복구계획(복구비 등)에 대한 적정성 판단 등에 있어서의 전문성 부족 등의 문제점을 안고 있다. 자연재해 복구정책은 공무원 내부적으로 피해조사와 동시에 복구계획, 복구비를 주먹구구식으로 단순 산술식으로 결정하여 산출함으로 향후 재해발생을 방지할 수 있는 근본대책에 이르지 못할 뿐만 아니라 개략적으로 겉보기 물량의 단순 산술식으로 결정됨으로서 향후 실시설계 및 재해복구 공사에서 비효율성을 나타내고 있다. 이에 따라 확정된 복구비와 실시설계에 의한 공사비 차이로 인한 복구공사의 부실, 복구공사의 미완성, 복구공사 예산 전용 등의 적지 않은 문제점을 보이고 있다.

11) 해양방재시설의 도시 어메티니(Amenity)확보 불리

선진 임해도시들은 태풍 등의 고파랑 제어 및 정온수역 확보를 위해

설치하는 항만외곽시설의 하나인 방파제 천단부에 시민여가 및 관광기능 등 도시고유의 기능도입을 통해 평상 시 다목적 가치를 창출하고 있다. 우리나라의 경우 임해부의 각종 방재구조물 축조시 구조물 고유의 단일 기능만 발휘하는데 그치고 있는 등 대부분의 구조의 해안경관요소가 불량하고, 시민들의 접근성과 해안도시 도시미관을 고려한 시설계획이 많지 않다.



5.2. 마린시티 침수피해 방지대책

1. Hard ware 방지대책

1) 마린시티 단지적 방지 대책

(1) 임시피난처 및 비상저류조



[5-8] 마린시티 단지계획 방지대책 임시피난처 및 비상저류조

마린시티내에는 3곳의 공용 녹지공원이 있다. 이중 2곳은 두산위브더제니스의 사선으로 양옆에 위치해 있다. 비상저류조는 현재의 어린이 공원과 두산위브더제니스 위쪽의 소공원에 비상저류조를 지하에 설치하면 2군데의 장소 면적과 도로 등의 면적등이 합쳐져 저류조의 양을 많이 확

대할 수 있으며, 남쪽 연안면과 수영만 요트 경기장 등에서 월류되어 넘어 오는 물과 장산에서 흘러 내려 오는 물등을 담을 수 있는 위치해 있다.

임시피난시설로는 해원초등학교와 마린시티 중앙에 위치한 소공원을 볼 수 있다. 해원초등학교는 비상시 임시피난시설로 이용되는 목적이며, 특히 슈퍼태풍을 적용한 시나리오일 경우 해원 초등학교 1층까지는 물에 잠기는 것으로 예상되어, 2층 이상 높이의 교실 및 기타 공간은 임시피난처로 이용 될 수 있으며, 소공원의 임시피난처는 현재 공원으로 이용되고 있으나, 이후 구조물 이나 피난 공간을 만들어 이용을 하면 될 것이며, 평소에는 지상에서 피난안내소나 기타 안내소 등으로 이용되고, 비상시 반고정형 부유식 공간으로 만들어 침수시 반고정으로 물에 떠올수 있는 공간으로 만드는 것이 좋다.

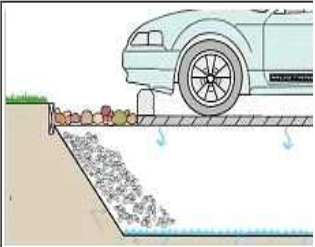
(2) 저영향 개발 기법²⁰⁾

마린시티는 해운대, 광안리, 이기대 등 주변에 부산을 대표하는 관광지들이 많고. 마린시티도 부산을 대표하는 부촌이며, 최근에는 갤러리들도 많이 생기면서 지역 주민들 외에 많은 관광객들도 오고 있다. 따라서 마린시티를 태풍 피해 방지 대책에 맞게 개발을 함에 있어서는 친환경적인 요소를 가미 사람들의 인식과 지역 이미지를 높이는 효과를 볼 수 있다.

따라서 저영향 개발 기법인 공원녹지(공원,완충녹지,시설녹지 등)유수지, 수림대, 배수 및 방수시설, 빗물관리시설 등의 공간조성은 생태공간 조성, 생태연못조성, 투수공간 등, 건축물은 녹색건축물, 그린홈(에너지 및 탄소배출량 감소), 투수성 포장재 사용, 녹지대조성 등으로 볼 수 있다. 이중 빗물관리시설, 투수성 포장, 녹지대 조성 등은 지금 당장 마린

20) 강정은 외. 기후변화 적응형 도시 리뉴얼 전략 수립:그린인프라의 방재효과 및 적용방안. 한국환경정책 평가연구원. pp100,101

식생여과대	도로, 지붕낙수, 소규모 주차장 등에서 발생하는 유출수를 처리하는데 적합	
식생완충대	지하유출수와 천층지하수의 퇴적물, 영양염류, 화학물질을 포착하여 여과	
식생수로	유출수의 흐름을 낮추고 침투를 활성화 시키기 위한 것으로 잔디로 피복된 유압식 수로	
우수 저장통	소규모 강우시 유출수 양을 감소시키고 첨두 유출률에 도달하는 시간을 연장시켜주는 장치	
나무상자필터	다양한 우수 관리 목표를 충족시키는 데에 기여하며 합류식 하수관거의 월류수를 관리	

투수성 포장	유출수의 양을 감소시켜 하류의 범람, 합류식 하수관거의 월류 빈도를 감소시킴	
--------	--	--

자료: 장수환(2009). 신도시의 물순환 건전화를 위한 그린인프라 조성 기준에 대한 연구. 한국 환경정책·평가연구원



2) 마린시티 건축적 방지대책

(1) 지하 주차장 입구 및 건축물 입구 부분 전면 차폐

지하주차장 입구 및 건축물 입구 전면 차폐는 현재 마린시티 단지 특성상 매립지 위에 한정된 공간을 이용하다 보니, 건물을 이용하기 위한 차량 시설은 건물내 지하 및 지상 주차장으로 되어 있다. 하지만 지상주차장은 대우월드마크 밖에 없어 전부 지하주차장을 이용하고 있다.

현재 지하주차장으로 내려 가는 부분들은 미적인 요소를 고려하여 지붕이 없거나 구조물 형식으로 되어 있고, 차수벽은 설치 되어 있는 상태이다.

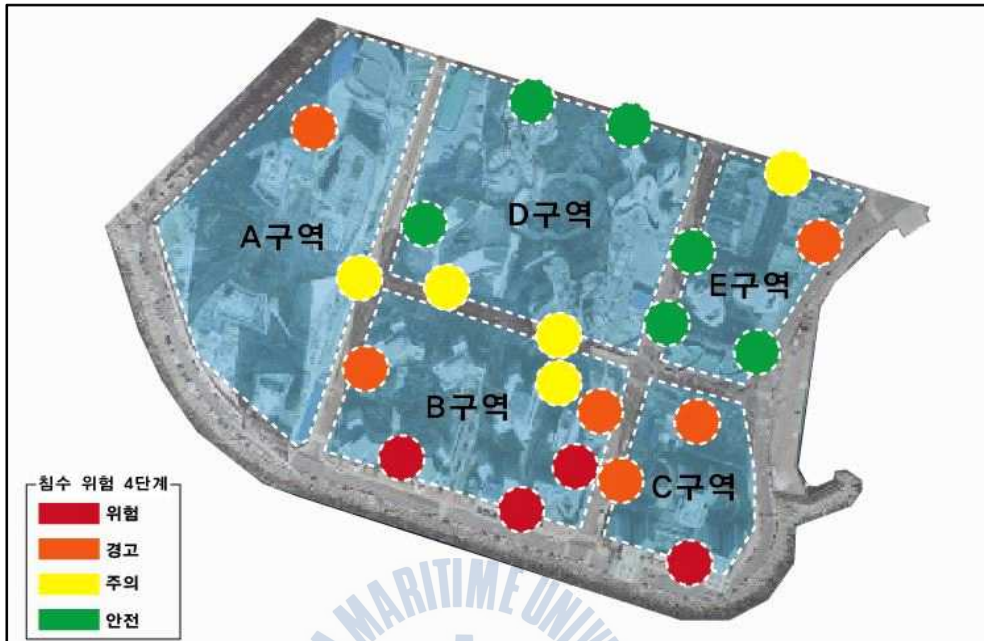
하지만 많은 비가 내리거나 슈퍼태풍 이상의 태풍 내습시 월파되어 넘어 오는 물은 차수벽을 넘을 수 있는 높이로 오기 때문에 현재 설치되어 있는 차수벽은 평상시 오는 비나 No0314.매미(MAEMI.2003.09)보다 조금 낮은 급의 태풍들이 올 때 물을 막을 수 있는 정도이다. 따라서 차수벽 높이는 현재 보다 높으면서, 위쪽과 옆 벽면 전체를 덮을 수 있는 기본 구조로 하는 것이, 태풍에 의한 피해를 방지 할 수 있다.



[5-10] 현재의 차수벽



[그림 5-11] 방재대책 차수벽



[5-12] 마린시티 단지내 주차장 입구별 침수 위험 구역 현황

위 그림 [5-12]은 마린시티내 단지내 주차장 입구를 표시한 것이며, 입구 위치에 따른 태풍시 침수피해 위험 구역을 색으로 표시를 했다. 초록색은 단지내에서 침수 위험으로부터 비교적 안전한 편에 속하며, 노란색은 주의, 주황은 경고로 경고는 침수위험에 대비한 차수벽 및 방지 대책을 현재 보다 좀더 철저히 준비를 해야 하는 것을 말한다. 빨강색인 위험 단계는 현재도 그렇고 앞으로도 태풍시 침수피해에 대한 위험이 가장 큰 곳으로 대부분 지하로 된 주차장 입구 이다. 그리고 현재 차수벽이 설치 되었거나, 되지 않은 곳도 있어 이곳의 위험 상황은 더 크다고 볼 수 있다. 이번 No.1216.산바(SANBA.2012.09)때 마린시티는 앞서 설명한 시나리오 전개인 A-1,2 / B-1,2 의 경우 보다 만조때도 아니었고 해수면 상승도 고려 되지 않았으며, 태풍 강도도 시나리오 전개 보다 조금 낮거나 비슷한 단계였지만, 마린시티 안쪽으로 최고 20~30m 이상 물이 월류

되어, 한화리조트나 아텔리스, 현대 아이파크 등의 전면부에 위치한 상가, 아파트, 정원 등은 심한 정도의 피해를 입었으며, 태풍의 경로가 부산을 겨냥해서 왔거나 태풍강도가 조금더 강했다면 더 많은 피해를 입었을 것이다.

다만 E구역의 연안면에 위치한 주차장중 안전 단계를 받은 대우월드마크인 경우 주차장이 2층부터 위치해 있어 침수에 대한 대비가 상대적으로 철저해 보였다. 하지만 바로 위쪽의 골드 스위트의 경우 연안면에 위치하였지만 지하 주차장이었으며, 차수벽 자체가 없었고, 지하로 내려가는 일부는 지붕이 뚫려 있어 월파에 의한 침수가 아닌 해수면 자체가 높아져 피해를 입게 되면 상당히 위험 상태에 있을 것으로 보인다.

(2) 연안면 건축물 저층부 보호벽 설치

연안면에 위치한 건축물은 현재 현대아이파크, 대우월드트럼프, 두산위브 포세이돈, 한화리조트, 더샵 아텔리스 등이 있다. 현대아이파크는 현재 다른 건축물에 비해 건축물과 인도와의 거리가 짧은 편이며, 저층부부터 유리로 된 커튼월 형식으로 되어 있다, 따라서 태풍에 불시 외부의 구조물이나 차량, 기타 시설물 등이 날아 오거나 파도에 밀려와 파손될 위험이 있다. 이렇게 되면 단순히 유리만 파손 되는 것이 아닌 건물 내부에도 많은 피해를 입게 될 것이다.

따라서 그림[5-14]와 같이 저층부에는 보호벽 등을 설치를 하면 건물 외부의 다른 물체에 의해 파손될 위험은 적을 것이다.

이러한 마린시티나 보호벽 적용 건물에 대한 좀더 자세한 이미지는 [그림 5-13, 그림 5-14]을 통해 나타낼 수 있는데 붉은 색으로 갈수록 보호벽이 필요한 지역과 건축물로 붉은 색은 연안면에서 태풍시 피해를 가장 직접적으로 받는 곳으로, 월파에 의한 피해와 주변 시설물과 파손 물품 등에 의해 건물이 피해 받을 수 있음에 대한 위험 지역을 나타낸

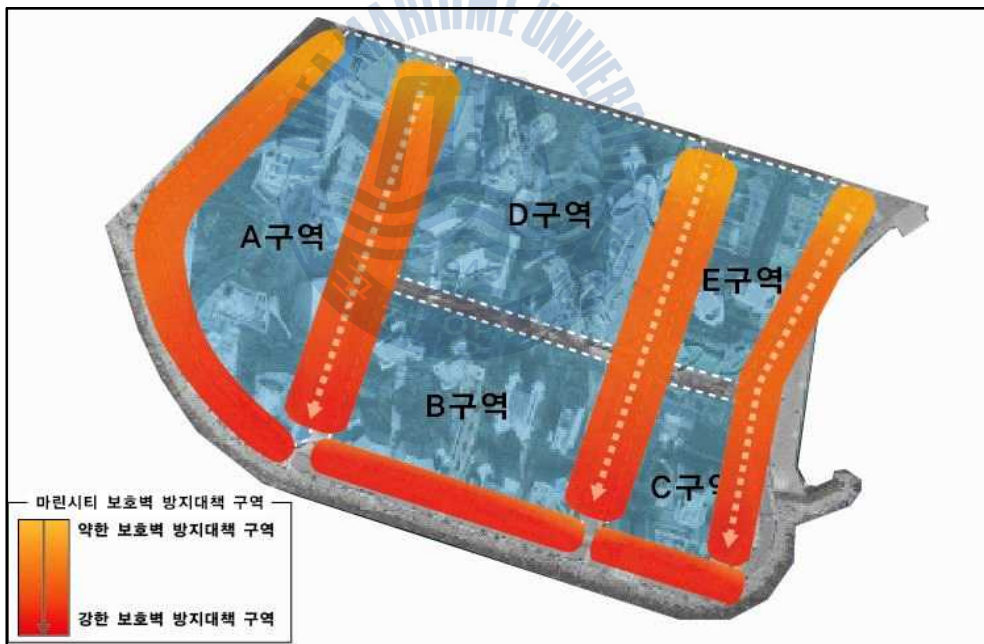
것이다.



[5-13] 현재의 보호벽



[그림 5-14] 방지대책 보호벽



[그림 5-15] 마린시티 보호벽 방지대책 적용 지역 이미지

특히 A구역인 현대 아이파크 건물들은 최소 40층 이상의 초고층이며, 전면 유리로 된 커튼월 형식의 건축물이다. 이 건물들은 초속56m이상의

내풍에도 견디도록 설계는 되어 있지만 앞으로 태풍시 실제 불어오는 바람은 순간 초속 56m이상의 바람불어 오지만 연안도시의 건축물은 단순히 바람 뿐 아니라 파도의 물과 도로의 시설물이 같이 와서 피해를 줄 수 있다는 것을 명심해야 한다.

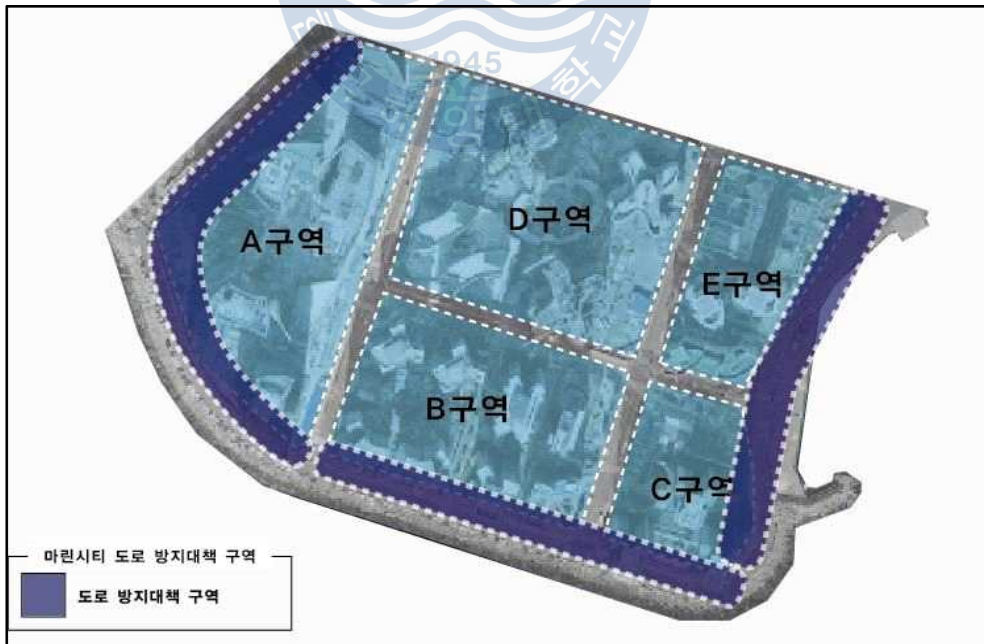
(3) 도로 예방 대책



[5-16] 월파에 의해 도로가 파손되는 모습



[그림 5-17] 월파에 의해 도로가 파손 된 모습



[그림 5-18] 마린시티 도로방지대책 구역

태풍시 또다른 위험은 월파의 세기에 의해 도로가 파손 될 위험이 있다는 것이다. No.1216.산바(SANBA.2012.09)시 마린시티에는 월파 보호를 위한 방파벽을 세웠지만 방파벽 보다 높은 파도가 올라오면서 방파벽 하부의 도로가 가장 강한 타격을 입은 것을 볼 수 있었다. 또한 이때 파손된 블록벽돌 등은 도로면에 산재되어통행에 방해를 주었으며, 더 큰 문제는 이들 파손된 돌들이 태풍의 강풍이나 월류 되어 넘어 오는 파도에 의해 주변 건물 및 사람들에게 직접적인 피해를 줄 수 있으며, 2차 3차의 연속적인 피해를 가져 올 수 있다.

따라서 현재의 도로는 아스팔트 포장 도로와 인도의 블록 도로로 나뉘어 지는데 태풍피해가 많은 지역의 연안 도시들은 블록벽돌 도로 보다는 일체형의 아스팔트 혹은 고무 포장 도로 등으로 만드는 것이 중요하다. 따라서 마린시티내에서 도로면의 방지 대책 구역은 연안면에 접한 모든 도로는 인도 및 기타 도로를 일체형으로 된 아스팔트, 고무포장 도로 등으로 바꾸는 것이 좋다.

(4) 마린시티 앞 잠제(潛堤)설치

잠제는 바닷속의 방파제를 말하는 것으로 방파제의 기능을 하면서 바다 위로 올라 오지 않아 바다 본연의 모습을 볼수 있는 구조물이다.

이러한 잠제는 평소에는 물의 소통을 원활히 해주며, 구조물로 인해 바다생물의 서식지가 더 늘어나는 효과를 볼 수 있으며, 해양레포츠인 스쿠버다이빙이나 스노쿨링 등의 관광지로도 활용 가능한 면을 보이고 있고, 잠제는 이안류 등으로 피해를 입고 있는 지역에 많이 활용 되고 있다. 이러한 잠제는 마린시티 앞바다에 설치하므로 인해 파고의 영향을 줄 수 있는 것으로, 현재 월파 방지를 위해 마린시티 앞에 설치한 방수벽이 경관을 해친다는 이유로 낮게 설계된 방수벽을 보완해 줄 수 있을

것으로 생각 된다.



[5-19] 마린시티 잠제설치 구역



[그림 5-20] 마린시티 잠제설치 단면

마린시티 앞에 놓을 잠제는 두 개의 구조물로 설치를 해야 한다. 이유는 잠제가 파고의 안정화를 시켜 줄 수 있고, 우수를 연결해 집수시설 및 기타 시설등을 넣어 마린시티에서 태풍 및 해수면 상승 등에 따른 피해 방지시설을 추가로 설치 못할 경우 잠제안에 빈공간에 추가 설치를 할

수 있기 때문이다.

이는 어느 한쪽의 기능이 마비 가 되었을 때, 다른 한쪽이 동일한 기능을 유지할 수 있도록 해야 하기 때문에 두 개의 잠제가 필요로 하며, 마린시티는 현재 매립으로 인해 만들어진 인공 단지물이며, 초고층 건물이 군집해 있는 지역이다. 따라서 현재 모든 공정이 완료 되어 가고 있는 현 시점에서 마린시티를 방지대책으로 세우기 위한 지하화 시설은 현재 추가로 설치가 불가능 하기 때문에 마린시티 앞바다에 잠제 등을 이용한 구조물에 공간적 활용적 가치를 높인다.

3. Software 방지 대책

1) 인터넷 및 스마트폰 어플리케이션





[그림 5-21] 대한민국 국가재난안전센터
어플리케이션

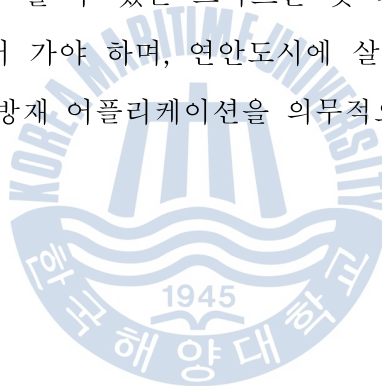
[그림 5-22] 부산시 부산재난안전
어플리케이션

현재 우리가 이용하고 있는 스마트폰은 단순히 휴대전화 및 문자송 수신 뿐 아닌 다양한 기능을 가지고 있다. 그 중 방재 어플리케이션을 통해 생활속에서 재난속보, 국민행동요령, 대응방식 등을 보다 쉽게 접근하며, 알 수 있게 되어 있다. 현재 아이폰 앱스토어 보다는 안드로이드에 방재 관련 어플이 많다.

국가재난안전센터 와 부산재난안전 어플리케이션에서는 폭풍해일의 비중은 많지 않고, 포괄적인 내용을 담고 있다. 필요한 내용만을 보기에겐 긴급상황에서는 조금 시간이 걸려서 볼 수 밖에 없고, 지루할 수 밖에

없는 시스템이다. 따라서 연안지역상황에 맞는 태풍, 폭풍해일, 쓰나미, 월파, 연안도시 위험 지구, 위험 지역 표시, 관련 법규, 홍보동영상, 기상 정보, 연안 피난 지도 등을 재작해서 만들어서 배포하는 것이 중요하다고 생각한다.

방재 관련 어플리케이션은 현재 정부 및 지자체에서 자율적으로 만들어서 배포 하고 있다. 하지만 앞으로 기후변화와 태풍의 강도가 세지면 갑작스런 위험에 닥칠 수 있다. 특히 연안지역 도시는 더 민감한 문제가 되는데 지금까지는 단순히 TV와 라디오 및 기타 매체로 이러한 상황의 위험성을 알리고 대처할 수 있는 방법을 알렸다면 앞으로는 가장 손쉽게 볼 수 있으며, 언제든지 볼 수 있는 스마트폰 및 테블릿 PC도 같이 방재 안전 프로그램에 들어 가야 하며, 연안도시에 살고 있는 주민들은 이와 같이 특화되어 있는 방재 어플리케이션을 의무적으로 설치 하는 것이 중요하다고 생각한다.



2) 방재지도 제작 및 설치



[5-23] 마린시티 방재지도



[그림 5-24] 마린시티 태풍 피해 예상도



[5-25] 마린시티 방재지도 및 태풍 피해 예상도 설치 위치

마린시티를 비롯한 연안도시에는 앞으로 의무적으로 태풍해일, 쓰나미 등의 피해에 관한 방재 지도 및 안내문 설치에 적극적으로 나서야 한다.

방재지도 및 태풍 피해 예상도를 만드는 것은 연안지역의 긴급재해 대피시 가장 빠르게 알 수 있도록 하는 것이 목적이며, 어디로 대피할 수 있는 것이 안전한 대피인가를 알려 주는 것이다. 그리고 태풍피해 예상도는 도시에서 태풍의 위험성과 기후변화에 따른 해수면 상승이 태풍과 함께 내습시, 어떤 영향을 끼칠 수 있는가를 알려주며, 그러한 사례로 본 피해 상황을 이미지를 보여 주면서 사람들에게 이해를 도울 수 있을 것이다. 태풍 피해 예상도는 본 연구 자료에 쓰인 해수면 상승, 만조, 태풍의 저기압 등에 따른 사례를 도식화 할 것으로, 그러한 침수 피해 예상 범위를 알려 주게 됨으로써, 피해의 범위를 쉽게 보여 줄 수 있게 된다. 그리고 연안지역에서 태풍 및 쓰나미 등의 피해시 대피행동요령도 어떠

한 행동 요령으로 대피를 하는지에 대한 설명도 본 연구의 태풍피해 예상도에 삽입하였다. 행동요령은 기상청 및 부산시에서 준하고 있는 국민행동요령 매뉴얼 중 일부를 발췌한 것이다.

3) 연안도시 주민 피해예방 프로그램

현재 일본에서는 ‘주민 의식 개선 프로그램’이라는 단어를 사용하지만 우리나라에서는 마린시티처럼 연안 지역에 많은 인구가 밀집된 곳에 살게 되면, 태풍이나 기타 재해에 의한 피해는 훨씬 커지게 된다. 그럼 주민들이 어느정도는 스스로 피해를 극복하거나 대비를 해야 그 피해 수준을 줄일 수 있을 것으로 생각된다. 좀더 쉽게 이해할 수 있는 ‘연안도시 주민 피해예방 프로그램’이라는 단어를 사용했다. 연안도시에 살고 있는 주민들을 위한 프로그램 교육이다.

쓰나미 피해가 잦은 일본의 경우 주민들에게 이런 프로그램의 교육 등이 잘 되어 있으며, 우리나라도 태풍 및 해수면 상승 등에 의한 피해가 많아질 수 있는 만큼 그에 따른 준비를 지금부터 지속적으로 주민센터 혹은 구청 등에서 관심을 가지고 연안도시 인근에 거주하는 주민들에게 최소 1~2회 이상의 의무적인 교육 프로그램이 필요하다.

6장 결론

본 연구는 해운대 마린시티를 중심으로 연안도시의 태풍 침수피해 대책 및 방지대책을 알아 보았다.

마린시티의 태풍침수피해 대책은 크게 Hard Ware적 접근과 Soft Ware적 접근으로 나누어 볼 수 있다. 그 중 Hard Ware적 접근에서는 마린시티의 단지적, 건축적 방지대책으로 다시 나누어 접근해 보았다.

1) 단지적 접근

- (1) 임시 피난처 및 비상저류조를 설치하여 마린시티에 월파 및 풍수해에 의한 침수피해를 줄인다.
- (2) 저영향 개발 기법은 마린시티내에 수생 식물 및 투수성 포장, 식생수로 등을 조성하여 월파 및 폭우에 의한 침수 피해를 줄인다.

2) 건축물적 접근

- (1) 지하 주차장 입구 및 건축물 입구 부분 전면 차폐를 함으로 써 지하부분의 피해를 줄여 건축물에서의 피해를 줄인다.
- (2) 연안면 건축물 저층부 보호벽 설치는 현재 건물 전체를 커튼월로 이루어진 현대 아이파크와 두산 위브더제니스 의 경우가 파손 피해가 가장 심하였으며, 다른 건축물의 창문도 태풍시 위험에 노출되어 있어 보호벽 혹은 덧창을 의무적으로 달아야 할 것이다.
- (3) 도로 예방 대책은 현재 보도블럭으로 이루어진 도로 등은 월파시 파도의 충격으로 심한 파손이 되었다. 따라서 도로를 블록형 도로 보다는 일체형의 도로를 함으로서 도로의 피해를 줄이면 2차,3차의 피해를 줄일 수 있다.
- (4) 마린시티 앞에 잠제(潛堤)설치를 통해 파고의 피해 영향을 줄일 수 있으며, 잠제(潛堤)와 우수시설을 연결하여 폭풍해일시 바닷물 및 빗물에 의한 침수물을 잠제(潛堤)와 바다로 흘러 보내 마린시티의 침수영향을 줄일 수 있을 것이다.

Soft Ware적 접근에서는 우선 인터넷과 스마트폰을 이용한 어플리케이션이 대표적이다. 이것은 단지 마린시티만을 위한 방지대책이 아닌 우리나라의 연안도시를 아우를 수 있는 방지대책의 어플리케이션을 개발하는 것이 중요하다.

방재지도 및 태풍 예상도는 태풍 피해나 해수면 상승 등에 따른 피해 상황을 예상하여 미리 보여 줌으로써 위급시 대피 할 수 있도록 할 것이다.

마지막으로 연안도시 주민 피해예방 프로그램은 연안도시에 사는 주민들은 구청이나 각 주민센터에서 교육을 통해 연안 지역에서 피해를 입을 수 있는 상황별 예방 교육을 통해 피해 규모를 줄일 수 있을 것이다.

이러한 소프트와 하드웨어적인 방지대책을 현재 마린시티에 적용하면 다음 그림[6-1]과 같다.

그림을 보게 되면 마린시티의 총체적인 방지대책은 남부 연안면에 대한 대책이 많음을 알 수 있었다. 이것은 마린시티에서는 남부 연안면이 바다와 인접해 있어 가장 취약기 때문이다. 또한 단지내 연안면에 위치한 건축물은 단지 안쪽으로 면해 있는 건축물 보다 좀더 안전하고 튼튼한 디자인을 채택해야 할 것으로 보이며, 바다면으로 열려있는 지하주차장은 침수 등의 피해에 대비한 전면 차폐 등을 해야 할 것으로 보인다. 이렇듯 같은 연안도시라도 피해 방지 대책은 연안면에 위치해있냐 아니냐에 따라 달리 방법과 형태를 달리하는 대책을 세워야 할 것으로 보인다.



[6-1] 마린시티 피해 방지대책 상황지도

최근 미국을 강타한 허리케인 샌디(SANDI)의 영향으로 뉴욕의 콘크리트 빌딩의 외벽이 부분적으로 붕괴 되어 4층 건물의 2~4층, 외벽이 뜯겨져 나간 사례도 있었다. 샌디(SANDI)의 최대 강풍은 120km로 No.0314.매미(MAEMI.2003.09)나 No.1215.볼라벤(BOLAVEN.2012.08), No.1216.산바(SANBA.2012.09) 보다 태풍 강도가 두배 이상 큰 것으로 2005년 미국 남부를 강타한 허리케인 ‘카트리나’보다 더 세었다고 한다. 이렇듯 세계의 기후는 과거의 기후보다 더 강하게 변하고 있으며, 예상하지 못하는 방향으로 변할 수 있는 것이다.

이것은 분명 연안 도시의 기후문제의 심각성과 이로 인한 태풍시 풍수 피해는 점점더 커질 것으로 예상된다. 만약 이런 태풍이 우리나라에 왔을 때, 마린시티의 피해는 상상을 초월할 정도로 커질 수 있다. 이것은 전면 커튼월로 되어 있는 현대 아이파크와 두산 위브더제니스가 피해를 많이 볼 것처럼 보이지만, 여기서 파손된 유리등으로 인해 주변의 건물 및 도로 등은 더 많은 2차,3차의 직접적인 피해와 경제적인 피해를 입게 될 것이다. 따라서 현재 마린시티는 태풍 및 풍수해에 대한 피해 대책을

미비한 실정이다. 하지만 앞으로 기후변화에 의해 해수면이 상승하며, 태풍 강도가 세지면 마린시티 및 우리나라의 연안도시는 지금까지 받은 피해 보다 더 큰 피해 인적, 물적 피해를 입을 것으로 보여지므로 좀더 적극적인 방지대책을 세워야 할 것이다.



[참 고 문 헌]

▣ 단행본

1. 국립방재교육연구원 방재연구소. 해일 위험지역에 대한 대피시스템의 정량적 기준 방안 연구. 2009.12
 2. 국토해양부, 보도자료, 국립해양조사원 우리나라 주변해역 해수면 변동 분석결과 발표, 2012. 04
 3. 부산발전연구원. 부산광역시 기후변화 적응 대책 세부시행계획. 2012.2
 4. 부산광역시. 부산시 풍수해저감특성 조사 및 피해영향분석 연구 용역 -태풍해일해분야-. 2012
 5. 부산광역시. 2012도시관리계획(수영만매립지 상업지역 제1종지구단위계획)결정 변경. 2012
 6. 소방방재청. 기후변화를 고려한 도시방재성능 목표 설정 방안 연구. 2010.11
 7. 심재현 외2명. 2004년 일본 태풍피해 현장조사. 국립방재연구소. 2004
 8. 채여라 외1명. 기후변화 적응대책 우선순위 평가 방법론 분석. 한국환경정책·평가연구원.
 9. 해운대구. 해운대 마린시티 명품거리 조성 기본 및 실시설계 종합보고서. 2011
 10. National Preparedness Guidelines. September 2007
- 국토해양부 영남씨그랜트. 해양도시 지식인의 해안·항만 기본 용어집.

▣ 논문

1. 강정은 외. 기후변화 적응형 도시 리뉴얼 전략 수립:그린인프라의 방재효과 및 적용방안. 한국환경정책 평가연구원.
2. 김해룡. 도심소해만의 환경·방재·이용 시스템에 관한 연구-수영만 운촌항을 중심으로-. 부경대학교 대학원. 2012.28
3. 부산발전연구원. 부산광역시 기후변화 적응대책 세부시행계획. 2012.2
4. 서규우. 2003년 태풍 매미로 인한 부산 연안지역의 재해특성 분석. 2004
5. 서규우, 김가야, 이인록. 부산 연안지역에서의 태풍 매미 재해특성 분석. 2004
5. 우효섭, 김현준. 2005년8월 미국 걸프만을 강타한 허리케인 카트리나(Katrina)의 발생과 피해 현황, 2005
6. 이증연, 이경훈. 태풍으로 인한 건축물 피해예방에 관한 연구. 2007
7. 장수환(2009). 신도시의 물순환 건진화를 위한 그린인프라 조성 기준에 대한 연구. 한국환경정책·평가연구원

- 8., 최도석. 2012부산지역 자연재해 방재대책에 관한 연구. 부산발전연구원
9. 최도석. 기후변화에 따른 부산지역 자연재해 방재대책에 관한 연구. 2012. 부산발전연구원
10. G. Robbert Biesbroek et al.(2010). "Europe adapts to climate change: Comparing National Adaptation Strategies". Global Environmental Change, 20: 440-450 UKCIP(2003)에서 변용
- 11, UKCIP. 2003a. "climate adaptation: Risk, Uncertainty and Decision-making", Willows, R. I. and R. K. Cornell eds. UKCIP Technical Report, Oxford.

■ 웹사이트

1. 국가태풍센터(<http://typ.kma.go.kr>)
2. 국립방재연구소(<http://www.nidp.go.kr>)
3. 국립해양조사원(<http://www.khoa.go.kr>)
4. 기상청(<http://www.kma.go.kr>)
5. 부산지방기상청(<http://www.bspolice.go.kr>)
6. 국립해양대기청(<http://www.noaa.gov>)
7. 부산광역시청(<http://www.busan.go.kr/>)
8. 해운대구청(<http://www.haeundae.go.kr>)
9. 국가태풍센터(<http://typ.kma.go.kr/TYPHOON>)
10. 기후변화정보센터(<http://www.climate.go.kr>)

[부록]

해안·항만 기본 용어집²¹⁾

1) 간만차(干滿差;Tidalrange;만차)

- 해면이 주기적으로 승강하는 현상을 조석이라 하고, 조석발생의 원인은 태양과 달의 인력 때문이며, 이것을 특히 천문조라 하는데, 천문조는 태풍에 의한 해일 등 기상적 원인에 의해 생기는 기상조와 구별하는 것이 일반적이다.
- 만조위(滿潮位)와 간조위(干潮位)의 차를 조석간만의 차(差)라 한다.
- 우리나라의 조석은 평택항과 인천항이 가장 조위차가 크고(평균대조차:평택 7,954m, 인천 7,978m), 고조위가 높고(대조평균고조위:평택(+)8.631m, 인천(+)8.624m) 서해안 남쪽으로 내려가면서 점점 줄어든다. 전남도 목포에서는 대조평균고조위가(+)4.12m, 평균대조차는 3.56m로 줄어들어 평택항의 약 45%에 해당한다. 부산항에 으르면 대조평균 고조위가(+)1.234m로 약 35%가 줄어든다. 동해로 올라가면서는 큰 변화가 없이 울산항에서 대조평균고조위는(+)0.545m 정도가 된다. 동해항, 속포항은(+)0.292m로 나타나고 있다. 제주도 해안은 남쪽이 약간 높아 화순항과 서귀포항은 대조평균고조위가(+)2.612m, (+)2.610m에 이른다. 북쪽에 위치한 제주항과 한림항의 경우(+)2.43m, (+)2.27m로 약간의 차이가 있고 성산포항은(+)2.159m로 나타난다. 다시 남해안의 시작을 완도항으로 볼 때 대조평균고조위는(+)3.534m에 달한다.

2) 간조(干潮;Low Tide;Low Water;저조/低潮)

- 해면의 높이가 바로 조위(潮位)이며, 해면이 최고로 되었을 때를 고조 또는 만조, 최저일때를 저조(低潮)또는 간조(干潮)라 한다.

3) 고조(異常高潮 ; Storm Surge ; 異常高潮 ; 異常潮位)

- 태풍이 만(灣)의 부근을 통과하면서 기압 저하(하강)에 의해 해면 상승하게 되고, 이와 더불어 바람이 만 깊으로 향하여 불 때에는 바람에 따라 불기 때문에 (접선응력) 만 깊이의 수면이 서로 다르게 높아지는데 이를 고조(高潮)라 한다. 이것은

21) 해양도시 지식인의 해안·항만 기본 용어집 . 국토해양부 영남씨그랜트.

자연조위 이상의 해면 상승을 말하고, 이상조(異常潮)라고도 한다.

4) 기본수준면(LLWL ; 약최저저조면)

- 조석에 의해 수면이 그 이상 낮아지지 않은 수면을 최저저저위(LLW)라 할 때, 주요 4분조(M2,S2,K1,O1)의 반조차(半潮差) 합 만큼이 평균해수면보다 낮은 면을 기본수준면 또는 약최저저조면(nearly LLWL)이라고 한다.

5) 기본수준점표(基本水準點標; Tidal Bench Mark; TBM)

- 기본수준면 또는 평균해면으로 부터의 높이를 정확히 구해 놓은 영구표시를 말한다. 주요 항만에는 1~3개소 정도 설치되어 있으며, 해당 지점의 표고는 국립해양조사원에서 조사하고 있다.

6) 대사리(Spring Tide)

- 만월로부터 1~3일 지난 후 나타나는 간만의 차가 가장 큰 날의 만조상태를 말한다.

7) 대조(大潮 ; Spring Tide)

- 약 15일마다 달이 삭(New Moon)또는 망(Full Moon)일 때 일어나는 조차가 가장 큰 조성을 말한다. 이때는 달, 지구 및 태양이 일직선상에 놓여 달과 태양이 해수에 미치는 인력을 함께하는 까닭에 조차가 커지게 된다.

8) 마루(Crest)

- 파(波), Wave)에서 사용되는 용어로서 파도의 가장 높은 꼭대기(彼峯)를 말한다. 한편 안벽, 방파제, 제방, 호안 등 항만 구조물의 최상부(천단)를 일컫기도 한다.

9) 만조(滿潮)

- 만조(High Tide; High Water; 고조)는 밀물이 최고가 되었을 때를 말한다. 또는 만조위(滿潮位) 라고도 한다.

10) 백중사리(百中사리)

- 백중날(음력칠월보름)밀물(창조)이 가장 높아지는 때의 사리를 말한다.

10) 백파(百波; White Cap; White Horse)

- 바람에 불려 하얗게 부수어진 파의 머리를 말한다.

11) 소조(小潮; Neap Tide)

- 초생달과 보름달의 중간(상현, 하현)이 된 후 1~2일간에 생기는 조차가 적은 것을 소조라고 하며, 이때 생기는 조석의 차이를 소조차라 하고, 조소에 있어서 고조의 평균높이를 소조승이라 한다.

12) 수심기준면(水深基準面; Datum Level; 기본수준면)

- 해도에 있어서 수심을 표시하는 기준면을 말하고, 기본수준면 또는 기준해수면이라고도 한다. 조석표의 조고도 이 면을 기준으로 한다. 국제수로회의에서 수심기준면은 조성이 그 이하로는 내려가지 않는 면으로 해야 한다고 규정하고 있다, 수심기준면은 각국의 규정에 따라 다르며, 우리나라의 수심기준면은 약최저저조면으로 규정하고 있고, 일본도 이 면을 기준으로 하고 있다.

13) 썰물(Ebb; Ebb Tide; Falling Tide ; 落潮)

- 만조에서 간조로 해면이 하강하고 있을 때, 즉 고조(만조)에서 저조(간조)까지 수면이 하강하는 동안의 조석상태를 말하고, 낙조라고도 하며, 반의어는 창조이다.

14) 엘리뇨

- 엘리뇨(EL Nino)는 원래 스페인어의 ‘아기예수’, ‘남자아이’란 뜻이며, 엘리뇨는 태평양 페루 부근 적도해역의 바닷물 표면 온도가 주변 바다보다 2~10도쯤 높은 상태가 6개월~1년반 정도 이어지는 현상, 즉 해수면 온도가 0.5도 이상 높은 상태가 6개월 이상 지속될 때를 엘리뇨라고 한다. 2년 내지 10년마다 주기적으로 남미의 페루 에쿠아도르 연안에서 수온이 평소보다 높아지는 현상이 발생한다.

15) 육상기준면(陸上基準面)

- 국토 높이의 기준점으로서 전국의 수준점, 삼각점 표고(標高)의 원점(原点)이 되며, 측지학(測地學) 및 지구물리학(地球物理學)연구의 기준으로 이용되고 있다. 우리나라의 모든 육상기준면은 인천광역시 소재 인하대학교에 설치되어 있는 육상측량의 기준점에서 출발된다. 이 기준면은 1910년대 인천항에 설치되었던 최초의 수준

점으로부터 1963년 12월에 이곳으로 이설되었다. 인천의 Datum Level(수준기준면) 상 3132.16cm, 평균해면(M.S.L)상 2668.71cm로 설정되어 있다.

16) 이상고조(異常高潮; Extraordinary High Tide; 이상조위)

- 조석 현상 이외의 고극조위(高極潮位)현상, 즉 저기압, 폭풍 시 바람과 해면접선응력, 쓰나미에 의한 해일, 부진동 등에 의한 해면상승을 총칭하여 이상고조(조위)라 한다.

17) 이안제(離岸堤; Offshore Break-Water; Detached BreakWater)

- 이안제는 海岸線(물가선)에서 해외측(海外側)으로 약간 떨어져서 물가선과 평행으로 설치되는 간이방파제(簡易防波堤)형식의 해안구조물을 말한다.

18) 잠수방파제(潛水防波堤)

- 수중에 잠수제(潛水堤)를 설치해서 파를 막는 방식을 잠수방파제라 하고, 임시 공급적으로 대형구축함 등 대형선박의 선체를 방파제의 제체로 사용하여 방파제 역할을 하게 하는 것도 이에 포함된다.

19) 잠제(潛堤)

- 잠제(Submerged Breakwater/Dike)는 제체 상부(狀部)가 평균수면보다 낮은 수중에 설치하는 방파제, 방사제, 도류제 등의 해안구조물을 말한다.

20) 조금(Neap Tide)

- 밀물과 썰물의 차가 최소로 되는 때, 도는 그때의 조석을 말하며, 음력 8일과 23일이다.

21) 쓰나미(津波 ;Semic Sea Wave)

- 해저면의 화산폭발(火山暴發)이나 지각활동(地殼活動, Tectonic) 등으로 인해 그 부근의 해수 이동이 가속되어 주기성 파동이 발생하고 사방으로 전파하게 되는데 이와 같은 파동(波動)을 쓰나미(Tsunami)라고 한다. 쓰나미(Tsunami)는 일본어 Tsu(津; Harbor)와 Nami(波; Wave)의 합성어로서 Seimi Sea Wave라고도 한다.

22) 창조(漲潮; Flood Tide; Rising Tide; 밀물)

- 저조(간조)에서 고조(만조)로 해면이 상승하고 있을 때의 조석을 말한다.

23) 천단고(天端高; Top Elevation; Crown Level; Crown Elevation)

- 안벽, 방파제, 제방 및 호안 등 항만구조물의 최상부를 말한다.

24) 평균해면(平均海面; Mean Sea Level; MSL)

• 1일, 1개월, 1년 등 어떤 단위기간 동안의 해면높이를 평균한 것을 평균해면(Mean Sea Level)이라 하고, 이러한 평균해면은 바다에 조석이 없다고 가정했을 때의 해면을 일컫고 있으며, 관측기간에 따라 일평균해면, 월평균해면, 연평균해면 등으로 대별하고 있다. 한편 평균해면은 천체조(天體潮)분만 아니라 기상조(氣象潮)도 엄밀히 고려해야 하고, 장소와 계절에 따라서도 일정하지 않으므로 한 지점의 평균해면은 장기간의 관측치에서 결정하는 것이 바람직하므로 통상 19년 이상의 장기간의 관측자료를 평균한 값을 사용하고 있다. 일반적으로 우리나라 연안의 월평균해면은 하·추계에 높고 동·춘계에 낮으며 그 연교차는 약 0.3m~0.6m 이다.

25) 해상기준면(海上基準面)

- 새로운 항만을 계획하거나 항만구조물을 설계·시공할 때의 일정한 기준해면을 기본수준면(基本水準面; D.L; Datum Level)또는 해상기준면이라 한다.

26) 허리케인(Hurricane)

- 서인도제도, 카리브해, 멕시코만에 발생하는 열대성저기압을 말한다. 태평양의 태풍과 비슷하며 Beaufort 풍력계급으로 풍력 12정도를 띤다.

27) 헤드랜드공법(Head Land 工法)

- 人工리프(Artificial Reed Method) 또는 人工岬(Artificial Head Land)을 조성하여 그 사이에 포켓비취(Pocket Beach)를 만들어서 해안을 보전하는 공법, 즉 외해로부터 침입하는 고 파랑 등을 막고 또한 항내침입을 방지하여 정온한 수역을 만들어 주는 자연적으로 돌출된 작은 섬형태(Head Land/곶)를 말한다.